This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

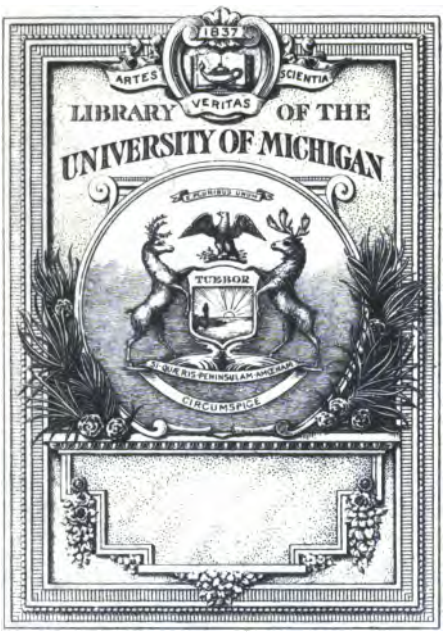
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



Digitized by Google

QC
5-
F529
V.8

Digitized by Google

Digitized by Google

Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer

Königl. ordentl. Professor der Mathematik und Astronomie zu Greifswald und verschiedener gelehrten Gesellschaften Ehrenmitgliede.

1761-1833

Achter Theil

als

zweyter Supplement-Band. Von A bis Farb.

Mit drey Kupfertafeln in Quart.

Göttingen, 1823.

In der Dieterichschen Buchhandlung.

Digitized by Google

Digitized by Google

Library com.
Perella
5-22-24
97499

Vorrede.

Es sind seit der Erscheinung des ersten Supplementbandes dieses Wörterbuchs so viele neue Entdeckungen und Erfindungen in dem Gebiete der Physik gemacht worden, daß ich es für nöthig halte, auch diese den Freunden dieser Wissenschaft in der alphabetischen Form mitzutheilen. Sie liegen in so manchen schätzbaren Zeitschriften, welche den Naturwissenschaften überhaupt gewidmet sind, und in andern größern und kleinern Werken, so sehr zerstreuet, daß sie für den größten Theil der Liebhaber der Natur gleichsam vergraben sind, und gleichwohl für ihn vom höchsten Interesse seyn müssen. Ich hoffe daher, demselben durch diese Sammlung von dem Wissenswürdigsten derselben in der angeführten Form, eine nicht ganz unwillkommene Arbeit geliefert zu haben. Die Ansichten der neuern Physiker und Chemiker über die Grundursachen der natürlichen Erscheinungen unterschreiben sich von den ältern darinn, daß sie dieselben in den Kräften der in einander wirkenden Materien suchen, und es nähern sich daher in dieser Hinsicht selbst diejenigen, welche den kleinsten materiellen Theilchen noch eigene Grundformen beylegen, mithin dem atomistischen System zugethan sind, dem Dynamiker. Ohne Zweifel wird es auch kein einziger verkennen, daß aus dieser Quelle die vorzüglichsten und wichtigsten Entdeckungen und Fortschritte hervorgegangen sind. Mit vollem Rechte haben sich die gründlichen Physiker von den neuern naturphilosophischen An-

Digitized by Google

sichten zurückgezogen; allein sie sind, meiner Meynung nach aus Gründen, die hier anzuführen zu weitläuftig seyn würde, wieder zu weit gegangen, und alle blos rationale Untersuchungen, auf welche sich doch zuletzt alle Naturerscheinungen gründen müssen, aus der Naturlehre zu verdrängen gesucht. Es dünkt mich, daß hier der weise Spruch des Apostels Paulus am rechten Orte stünde: prüfet alles, und das Gute behaltet. Aber leider! haben mehrere neuere Critiker die Dreistigkeit, mit der gröbsten Inconsequenz alles zu tadeln, was nicht ihrer Meynung ist, und ein ehrliebender Mann wird schüchtern, unverholen dasjenige zu sagen, was ihm vernünftig zu seyn scheinet. Gründlicher und humaner Tadel kann und wird niemanden beleidigen, und eben dadurch gewinnt die Wissenschaft. Einen solchen ähnlichen hämischen Ausfall auf meine ersten Theile dieses Wörterbuchs hat neulich der Herr Referent über Neumann's Lehrbuch der Physik im Hermes vom Jahr 1821. 2tes Stück p. 180 gethan. Ich erwiedere dagegen aus Gründen, die ich bereits in der Vorrede des Registerbandes gesagt habe, nichts, sondern bringe nur die ebenfalls daselbst angeführte Regel des weisen Sirach in Erinnerung, daß, mit einem Narren hadern, nur Oehl ins Feuer gießen, heißt. Uebrigens werden die Freunde der Naturwissenschaften unter den dazu gehörenden Artikeln sehr bald erkennen, was für Ansichten ich von den Grundursachen aller natürlichen Erscheinungen habe, welchen ich mich besonders empfehle.

D. J. C. Fischer.

Digitized by Google

A

Abstoßen, Zurückstoßen, Repulsion (Zusatz zu dem Artikel Abstoßen Th. VI.). Mehrere neuere Physiker haben gegen die in diesem Artikel dargestellte Kant'schen metaphysische Sätze und die daraus gezogene Schlüsse Zweifel erhoben, und manche sogar als sich widersprechend und daher als völlig grundlos angeführet. Leider! sind freylich die neuern so genannten Naturphilosophen in ein Labyrinth gerathen, aus welchem man sich schwer wieder herausfinden kann, und die wahren Physiker haben ihre exaltirte Ideen mit Recht als ein Spielwerk einer begeisterten Phantasie betrachtet und sich *nicht* dadurch von dem sicherern Wege der Erfahrung ableiten lassen, wodurch sie die Naturlehre mit manchen neuen und sehr wichtigen Thatsachen bereichert haben. Indessen ist es aber doch auf der andern Seite auch gewiß, daß diese Physiker, ohne Zweifel durch die mißlungenen Versuche der Naturphilosophen, die ganze Natur d. i. die ganze Außenwelt aus dem Identitätssystem darzustellen, verleitet, die Gründe, welche Kant von der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt aufgestellet hat, gänzlich vernachlässiget, und sie für eben so grundlos, als jene der Naturphilosophen gehalten haben. Daß die Naturlehre einen reinen Theil voraussetze, auf welchem sich alle Erscheinungen in der Natur gründen, ist wohl gewiß, so die mathematischen Naturlehrer haben ihn beständig gebrauchen müssen, ob sie sich gleich feyerlich dagegen erkläret haben. Es ist daher, meiner Einsicht nach, eine Sache von Wichtigkeit, näher und unbefangen zu prüfen, ob wirklich die Kant'schen Darstellungen über die Möglichkeit einer reinen Naturlehre sich

Digitized by Google

widersprechen und daher als grundlos zu halten sind. Da sie aber die Zergliederung des Begriffs der Materie überhaupt betreffen, und folglich mit dem Wesen derselben in Verbindung sind, so lassen sie sich am sichersten und einleuchtendsten unter dem Artikel Grundkräfte gehörig entwickeln. Zuvor kann man auch den Artikel: Anschauung, gehörig durchlesen.

Abweichung der Magnetnadel (Zus. zu S. 29. B. I.). Herr Prony *) hat einen Abweichungscompaß angegeben, welcher vorzüglich geschickt ist, die Abweichung der Magnetnadel, die Variation derselben mit möglichster Genauigkeit zu messen. Die wesentliche Einrichtung desselben ist folgende: In einem hölzernen Gehäuse, aus welchem sich eine oder zwey Seitenwände herausnehmen lassen, hängt an einem seidenen Faden ein viereckter Magnetstab mit einem daran befestigten Fernrohre. Letzteres besteht aus zwey Stücken, wovon das eine das Okular, und das andere das Objektivglas enthält. Der Magnetstab und das Fernrohr sind so mit einander verbunden, daß während der Beobachtung beyde in Beziehung gegen einander unbeweglich sind. Ueberdem lassen sich auch beyde um eine Axe drehen, welche mit der optischen Axe des Fernrohrs parallel ist. Gleich unmittelbar unter dem Fernrohre befindet sich ein hölzernes Stäbchen, welches durch den seidenen Faden mit dem Magnetstabe und dem Fernrohre in horizontaler Richtung gehalten wird. Nicht weit von den Enden dieses hölzernen Stäbchens können auf selbigem mittelst Hülsen ein Paar daran befestigte Schwimmer von Kork hin und her geschoben, und dann mittelst Schrauben fest gestellet werden. Beyde Schwimmer sind in darunter stehenden Gefäßen mit Wasser eingetaucht. Sie haben einen dreyfachen Nutzen; einmal die Schwingungen des Magnetstabes, wenn er sich außerhalb des magnetischen Meridians befindet, abzukürzen; zweytens, das Moment

*) Journal de physique. Tom. XLIV. Juin 1794. p. 474.

Digitized by Google

des Widerstandes der Flüssigkeit in Beziehung auf die Axe der Aufhängung nach Willkühr durch Verschiebung der Hülsen zu verändern; und drittens die Gesichtslinie des Fernrohres etwas zu erhöhen oder zu erniedrigen, um sie in eine gegebene Horizontallinie zu bringen. Das letztere wird am besten dadurch bewirket, daß man die Korke weiter auf- oder abschraubt, so daß sie mehr oder weniger ins Wasser eintauchen, wodurch die Höhe des Endes des Fernrohres, an welchem sie sich befinden, verändert wird.

Das hölzerne Gehäuse ist auf beyden Seiten mit zwey Fenstern versehen, welche sich vor den beyden Enden des Fernrohres befinden, damit man durch das Fernrohr sehen könne, wenn das Ganze aufgestellet ist. Wenigstens eines dieser Fenster, das vor dem Okular, muß mit einem dünnen und recht durchsichtigen Glase versehen seyn, damit man das Auge daran legen könne, ohne dem Magnetstabe die geringste Bewegung mitzutheilen.

Beym Versuche kam bey sehr starkem Winde in diesem Zustande die Luft ins Gehäuse, und brachte nicht allein den aufgehängten Magnetstab mit dem Fernrohre, sondern auch mannichmal das Gehäuse selbst in eine kleine Bewegung, welche das Fernrohr verhinderte, einen festen Stand anzunehmen. Diesem Uebel wurde durch ein zweytes Gehäuse völlig abgeholfen, welches das erste umschloß, ohne es irgendwo zu berühren, und zwey mit Glas versehene Fenster hatte, die sich gerade vor den Fenstern im erstern Gehäuse befanden, welche beyde letztere alsdenn ohne Glas blieben. — Das vordere Glas war so gestellt, daß sich das Auge dem Okulare bis auf die zum Sehen nöthige Entfernung nähern ließ. Auf solche Art konnten nun die Schwimmer sammt den Gefäßen mit Wasser weggenommen werden, und das Ganze ward viel einfacher und genauer. Die Glasscheibe vor dem Objektive verminderte zwar ein wenig die Helligkeit, hinderte aber auf keine merkliche

Digitized by Google

Weise die Schätzung der Collimation auf den Eintheilungen, die in einer Entfernung von 200 Toisen aufgetragen waren. Das Objektiv hatte ungefähr 20 Zoll Brennweite und 7 bis 8 Linien Oeffnung.

Die Beobachtung, die mit diesem Instrumente angestellet wird, geschiehet auf folgende Art: an einem von Gebäuden so weit entfernten Orte, daß das Eisenwerk derselben den Magnetstab nicht aus seiner Lage bringen kann, stellt man das Instrument auf einen hölzernen Pfosten, oder auf ein Postament von Mauerwerk, welche so hoch sind, daß das Auge des Beobachters mit Bequemlichkeit vor das Fenster gebracht werden kann. Auf dieses Postament wird ein kreisförmiges gut gearbeitetes Brett, im Durchmesser von der Länge des Gehäuses, mit einem kreisförmigen Loche in der Mitte versehen, befestiget. In dieses Loch paßt genau und gedrängt ein am Boden des Gehäuses in der Mitte befestigter kleiner Cylinder gleichsam als Zapfen. Dieses Brett muß beständig eine solche horizontale Lage haben, daß der Aufhängsfaden gehörig verlängert durch die Axe des kleinen Cylinders hindurchgehet. Alsdenn läßt sich vermittelst eines Bleylothes, dessen Faden in die Axe dieses kleinen Cylinders gebracht wird, auf die Oberfläche des Postaments genau der Punkt projiciren, der in dieser Axe und in der Verlängerung des Aufhängungsfadens liegt, und das Gehäuse läßt sich um diese Linie drehen, ohne daß die Spitze der beobachteten Winkel die Stelle verändert.

Hierauf bestimmt man die Lage der Mittagslinie, die durch den eben erwähnten Punkt gehet, und an einer Mauer, in der größten Entfernung, welche das Lokal zuläßt, einen zweyten Punkt, der sich ungefähr in der nämlichen Horizontallinie befindet. Durch diesen letzten Punkt läßt man auf der Mauer eine Horizontallinie ziehen, und trägt auf sie gleiche Theile auf, deren Angularwerth zum Maaße der jedesmaligen Abweichung der Magnetnadel dient. Ist der Bewurf der Mauer zu schlecht, als daß sich die Eintheilungen darauf gehörig

Digitized by Google

ziehen lassen, so bewirft man einen von 5 bis 6 Zoll hohen Streifen derselben mit einer Gypslage, und zwar muß er sich so weit westlich vom Meridiane entfernen, daß man immer noch Eintheilungen im Gesichtsfelde des Fernrohrs behält.

Wenn die Lage der Mittagslinie gehörig gefunden ist, so überbauet man das Postament mit einer dicht verschlossenen Hütte, um das Instrument und den Beobachter gegen die Witterung zu schützen. In dieser Hütte werden außer der Thür nur zwey kleine Oeffnungen, eine nach Norden, die andere nach Süden angebracht, und beyde mit Läden, die in Fugen gehen, verschlossen, dami man nicht mehr öffne, als unentbehrlich ist, um das Feld des Fernrohrs frey zu machen. Hiernächst wird nun dem Aufhängungsfaden alle Windung benommen, und die Axe des Fernrohres mit dem magnetischen Meridian genau parallel gemacht.

(Zus. zu S. 33. B. I.) Die Herren **Bouvard, Cotte, von Humboldt, Fleurian-Bellevue** und **Delametherie** a) haben die Abweichung der Magnetnadel zu Paris in den folgenden Jahren mit allen nur möglichen Vorsichten also gefunden:

Jahre	Namen der Beobachter		Abweichung
1785	—	—	21° 35′ 18″
1786	—	—	21° 36′ 30″
1787	—	—	21° 36′ —
1792	—	—	21° 55′ —
1793	—	—	21° 54′ 30″
1794	—	—	21° 54′ 20″
1796	—	—	23° 35′ —
1798	—	—	22° 15′ 7″
1799	Cassini	—	22° 49′ —
1800	Bouvard		22° 5′ —
1802	—	—	22° 3′ —
1803	—	—	21° 59′ —
1807	—	—	22° 25′ —

a) Journal de physique Tom. IV. p. 244.

Digitized by Google

Da nun die täglichen und monatlichen Veränderungen in der Abweichung bis auf 10′ steigen, so folgt aus diesen Beobachtungen, daß die Magnetnadel seit mehreren Jahren im Stillstehen zu seyn schien, indem sonst die Abweichung jährlich um 6 bis 8′ zunahm.

In London hat Herr Gilpin *) die Abweichung der Magnetnadel von 1786 an bis zum Jahre 1805 beobachtet, und folgende Resultate gefunden:

Jahre	Beobachter	Abweichung
1787	Gilpin	23° 19′
1795	—	23° 57′
1802	—	24° 6′
1805	—	24° 8′

Hiernach scheint ebenfalls die Nadel im Stillstehen begriffen zu seyn. Vorzüglich aufmerksam war Herr Gilpin auf die Unterschiede zwischen den Beobachtungen der Abweichung zur Zeit der Nachtgleichen und der Sonnenwenden. Nach dem Mittel von den seit 1793 bis 1805 angestellten Beobachtungen scheint die Abweichung größer oder mehr westlich zu werden, von der Wintersonnenwende bis zur Frühlingsnachtgleiche um 0,80′; von da bis zur Sommersonnenwende nimmt sie ab, oder die Nadel geht nach Ost zurück um 1′,43; dann nimmt sie wieder zu bis zur Herbstnachtgleiche um 2′,43, und von da ab bis zur Wintersonnenwende vermindert sie sich abermals um 0′,14.

Im übrigen, sagt Herr Gilpin, giebt es Zeiten, in welcher die Nadel mit sich selbst sehr gut übereinstimmt, und genau auf denselben Punkt zurückkommt, so oft man sie aus demselben drehet. Zu andern Zeiten variirt sie um 2 bis 3′, mannichmal selbst um 8 oder 10′ und mehr. Er schreibt diese Unregelmäßigkeiten vornehmlich den Veränderungen zu, welche die Winde in der Atmosphäre bewirken. Er glaubt bemerkt zu ha-

*) Philos. Transact. of the Roy. society of Lond. for 1806. P. II. p. 385 - 420.

Digitized by Google

ben, daß der Ostwind die Nadel ungewisser mache als jeder andere, daß dagegen der Süd- oder Südwestwind sie fixire.

Auch fand Herr Gilpin, daß die Nadel durch ein Nordlicht stets bedeutend bewegt wurde. Den merkwürdigen Einfluß eines Nordlichtes auf die Veränderung einer Magnetnadel hat besonders der Herr v. Humboldt sehr genau zu Berlin mittelst eines Prony'schen Abweichungs-Compasses beobachtet *). Gewöhnlich wurden des Nachts die Veränderungen in der Abweichung auf 2′ 27″ bis 3′ 0″ gefunden, während des Nordlichtes vom 30sten Dec. 1806 stiegen sie aber auf 26′ 29″, wovon in allen bisherigen Beobachtungen kein Beyspiel aufzufinden war. Die Schwankungen der Nadel waren nicht besonders stark; und was sehr auffallend beobachtet wurde, das Nordlicht, welches in NNW stand, stieß den Nordpol der Nadel ab; denn statt nach Westen fortzuschreiten, gieng die Nadel vielmehr nach Ost zurück. Die Abweichung war am kleinsten um 9 Uhr 12 Minuten, ungefähr um die Zeit, als der Bogen am hellsten war; die Unregelmäßigkeiten in ihr fiengen aber schon um 6 Uhr an, und hörten auf um 12 Uhr. Während des Nordlichtes war die Intensität der magnetischen Kraft geringer, als nachher.

(Zus. zu S. 37. Th. I.) Die daselbst angeführte Vermuthung, daß wir nämlich unsere Erde selbst als einen großen Magnet betrachten können, hat sich durch neuere Beobachtungen und Entdeckungen immer mehr bestätiget. Bisher ist es mit sehr vielen Schwierigkeiten verbunden gewesen, etwas Zuverlässiges von den magnetischen Erscheinungen festzusetzen, indem die genaue Einrichtung einer guten Magnetnadel noch unbekannt war. Erst durch die Entdeckung des Herrn Coulomb, der Magnetnadel die möglichst größte Vollkommenheit zu geben, ist man in den Stand gesetzt worden, zuverlässigere Erfahrungen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIX. S. 407.

Digitized by Google

an verschiedenen Orten der Erdoberfläche zu machen, und daraus einige magnetische Gesetze abzuleiten, nach welchen die magnetischen Kräfte der Erde wirken.

Die ersten genauern Erfahrungen dieser Art hat der Herr v. Humboldt theils in Europa und theils auf seiner Reise durch Amerika angestellet, welche Herr Biot mit seinen eigenen Beobachtungen am 17ten Dec. 1804 in der mathematisch-physischen Classe des Nationalinstituts vorgelesen hat *). Im allgemeinen war schon vorher durch ein Paar aerostatische Reisen der Herren Biot und Gay-Lussac bekannt, daß der Magnetismus nicht allein an der ganzen Oberfläche der Erde, sondern auch in den größten Höhen über der Erdfläche, bis zu welchen Menschen sich je erhoben haben, mit gar keiner Verminderung der Intensität sich äußert. M. s. den Artikel Aerostat.

Herr Biot bemerket ganz richtig, daß wir an der Oberfläche der Erde drey große Klassen magnetischer Erscheinungen wahrnehmen, welche einzeln studiret werden müssen, wenn man sich eine vollständige Kenntniß von der Wirkungsart des Erdmagnetismus verschaffen will, nämlich: die Abweichung der Magnetnadel, die Neigung der Magnetnadel, und die Intensität der magnetischen Kräfte. Und zwar muß eine jede Classe dieser Erscheinungen so wohl nach ihrer Verschiedenheit an verschiedenen Orten, als auch an sich, in Hinsicht auf die Variationen, denen sie unterworfen ist, untersuchet werden.

Was nun die Abweichung der Magnetnadel betrifft, so gesteht Herr Biot aufrichtig, daß die Ursache dieser Erscheinung viel mehr zusammengesetzt sey, und tiefer liege, als man geglaubet habe, und daß wir bis jetzt davon schlechterdings nichts wüßten. In Hinsicht der Neigung der Magnetnadel s. m. den Artikel: Neigung der Magnetnadel.

*) Journal de physique Tom. LIX. p. 429-450. bearb. von Hrn. Gilbert in dessen Annalen der Physik. B. XX. S. 257 u. f.

Digitized by Google

Einige Jahre darauf versuchte der damalige Herr D. Mollweide zu Halle, jetzt Prof. der Mathematik zu Leipzig eine Theorie der Abweichung und Neigung der Magnetnadel *). Er bemerket zuförderst, daß Hr. Biot die Beobachtungen in der Neigung der Nadel des Herrn v. Humboldt, welche er über die Veränderungen des Magnetismus der Erde in verschiedenen Breiten gemacht habe, durch eine Formel darzustellen bemüht gewesen sey. Die Hypothese, worauf er sie gründe, sey ganz der Mayer'schen ähnlich, und weiche nur darin von ihr ab, daß die Achse des dirigirenden Magnets als durch den Mittelpunkt der Erde gehend angenommen, und das Centrum des Magnets in den Mittelpunkt der Erde selbst gesetzt werde. Hiernach müssen also die magnetischen Erdpole einander diametral entgegengesetzt seyn, eine Voraussetzung, welcher nach Hrn. Mollweide die Erfahrungen über die Abweichung nicht günstig sind. Ueberdem setze Biot die Totalkraft des dirigirenden Magnets nicht dem Würfel, sondern dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional. Die Resultate der Rechnung stimmten zwar ziemlich mit den Beobachtungen; allein da die Abweichung dabey ganz außer Acht gelassen sey, so bleibe immer noch der Wunsch nach einer beyde Erscheinungen umfassenden und mit den Beobachtungen übereinstimmenden Theorie übrig. Herr Prof. Mollweide hat nun eine solche Theorie versucht, und zwar in einer solchen Allgemeinheit, daß sie sowohl Euler's und Mayer's, als auch Biot's Hypothese unter sich begreift. Wenn daher angenommen wird, daß die Richtung der Magnetnadel von einem in der Erde befindlichen Magnet bestimmt werde, so trifft die verlängerte Axe desselben die Erdoberfläche in den magnetischen Erdpolen, und die zwischen selbigen enthaltene gerade Linie ist die magnetische Axe der Erde. Nach dieser Hypothese hat nun Herr Mollweide durch weit-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIX. S. 1, u. f.

Digitized by Google

läufige Rechnungen Formeln gefunden, welche sowohl die Abweichungen, als auch die Neigungen der Magnetnadel aufs genaueste geben müßten, wenn diese Hypothese ihre völlige Richtigkeit hätte. Allein die berechneten Resultate weichen in vielen Fällen beträchtlich von den Beobachtungen ab. Es scheint daher wohl am sichersten zu seyn, lieber zu gestehen, daß wir von der wahren Ursache der Abweichung der Magnetnadel noch nichts wissen. Vielleicht erhält man aus der vorjährigen Entdeckung des Herrn Professor Oerstedt in Coppenhagen über den merklichen Einfluß der galvanischen Electricität auf den Magnetismus noch wichtige Aufschlüsse über die Erscheinung der Abweichung der Magnetnadel. M. s. den Artikel: Magnet. Herr Prechtel *) macht schon aus den bereits angestellten Versuchen über den Electr.-Magnetismus den Schluß, daß man unsere Erde als eine trockene oder magnetische Säule betrachten müsse, deren attractiver Effect sich in dem Tellurischen Magnetismus darstelle. Wenn man unsere Erde als eine geschlossene Voltaische Säule ansehe, so falle, unter der Voraussetzung der gleichen Vertheilung der electrischen Kräfte auf ihrer Achse, der Mittelpunkt der magnetischen oder electrischen Kräfte in den Mittelpunkt der Erde, von welchem aus die Anziehung im verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen erfolge. Denn bey der geschlossenen Säule lägen nach ihrer Axe die entgegengesetzten Electricitäten gleich stark an einander; man könne sie daher im Mittelpunkte dieser Axe vereint denken. Diese Hypothese der Versetzung der magnetischen Kräfte in den Mittelpunkt der magnetischen Axe liege der Formel des Herrn Biot zum Grunde, welche die Inclinations-Beobachtungen genau darstelle. M. s. Neigung der Magnetnadel. Nehme man ferner an, daß die Schichtungen der Erde, welche ihren

*) Ansichten über den Magnetismus und dessen Ableitung aus der Electricität in Gilbert's Annalen der Physik und der phys. Chemie Jahrg. 1821. St. 1. S. 81 u. f.

Digitized by Google

electrischen Zustand begründeten, nicht alle regelmäßig senkrecht auf die magnetische Axe seyn, wie dies in der Natur der Sache zu liegen scheine, so werde die Erde mehrere magnetische Axen oder Pole zeigen müssen. Sey diese Unregelmäßigkeit nur gering, so würden die mehreren gleichnamigen Pole nicht weit von einander fallen. Da die Lage dieser Pole nur dann unveränderlich bleiben könne, wenn die Beschaffenheit der electrischen Tension der Schichten dieselbe bleibe, was nicht angenommen werden könne, da die heterogenen Körper oder Schichten, die sich berühren, allmähligen Veränderungen oder Modificationen der Heterogeneität unterworfen seyn, wodurch sich auch die Lage der Schichten in Bezug auf die Hauptaxe verändere; so müßten die verschiedenen magnetischen Axen Veränderungen ihrer Lage unterworfen seyn, die wegen der Länge der Perioden und der Stetigkeit der Veränderungen im Innern der Erde eine gewisse Regelmäßigkeit gewönnen. Daher die Umlaufsperioden der Abweichung.

Es sey daher 1. die Erde eine geschlossene Voltaische Säule, deren attractiver Effect die Erscheinungen des Magnetismus begründe. 2. Einige Unregelmäßigkeiten der innern Schichtungen bringen mehrere magnetische Axen hervor, die um einen Mittelpunkt, als einer mittleren Hauptaxe, herum zu schwanken scheinen, weil jene Unregelmäßigkeit durch die immer fortgehenden Modificationen der Heterogeneität der Schichten im Innern selbst veränderlich sey. Dasselbe würde im Kleinen statt finden, wenn man eine halbtrockene Säule in Kugelform bildete. 3. Die Erdsäule sey geschlossen durch die Leitung des Wassers oder der Luft zwischen ihren beyden electrischen Polen. Trete durch Umstände eine Verminderung dieser Leitung ein, so trete diese Erdsäule in einen angemessenen Zustand von Isolirung, die beyden Pole vergrößerten im Verhältnisse derselben ihre electrische Tension, und es entstehe Ausströmen von Licht (das Nord- und Südlicht), bis die Schließung wieder hergestellet sey. Das Nordlicht affi-

Digitized by Google

cire daher die Magnetnadel, weil auch eine geringe Isolirung der Erdsäule den magnetischen Mittelpunkt verrücke, folglich das Intensitätsgesetz sowohl als die Lage der Hauptaxe verändere. 4. Die Magnete seyn Substanzen, welche durch die Electricität der tellurischen Säule in Ladungsstand versetzt seyn. Alle übrige Körper seyn mehr oder weniger Leiter dieser tellurischen Electricität. Die Magnete verhielten sich daher ganz analog mit dem zwischen den Polen einer gewöhnlichen Säule electrisch geladenen Leitungsdrahte.

(Zus. zu S. 39. Th. I.). Ueber die tägliche Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel hat der Herr Prof. Hällström in Åbo *) mehrere Beobachtungen in der Absicht angestellt, um vielleicht daraus die Ursachen von dieser wichtigen Erscheinung aufzufinden. Die dazu angewandte Magnetnadel war aus einer Uhrfeder gemacht, und in ihrem Schwerpunkte durch ein Menschenhaar aufgehangen. Die Abweichung wurde durch ein Mikroskop mit zwey Convexgläsern, das die Gegenstände verkehrt darstellte, beobachtet. An diesem Mikroskop war ein genau gearbeitetes Mikrometer von Dollad so angebracht, daß man mittelst des beweglichen Fadens die Veränderungen der Abweichung genau messen konnte. Ueberhaupt waren hiebey solche Vorrichtungen getroffen, daß weder eine Drehung des Fadens, noch irgend ein Einfluß der Luftströme auf die Bewegung der Nadel statt finden konnte. Selbst alles Eisen wurde sorgfältig von der Nadel entfernet, und die Beobachtungen selbst wurden im Anfange des Septembers 1803 angestellt. Die ersten während vier Tagen gemachten Beobachtungen gaben eine große tägliche Veränderung in der Abweichung; auch schienen diese großen Veränderungen einem ganz andern Ge-

*) Diss. de variationibus declinatoriis magneticae diurnis, praes. *Gust. Gabr. Hällström*, resp. *Snellmann*. Aboae 1803. im Auszuge von Herr Droysen zu Greifswald in Gilbert's Annalen d. Phys. B. XIX. S. 284. ff.

Digitized by Google

setze zu folgen, als von andern Beobachtern war gefunden worden. Denn am 2ten, 4ten und 5ten Sept. nahm die westliche Abweichung von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1, 2, oder 3 Uhr Nachmittags ab, von dieser Zeit an aber bis 9 oder 10 Uhr Abends zu, und am 3ten Sept. wurde sie fast den ganzen Tag lang größer. Diese unerwartete Erscheinung glaubte er näher erforschen zu müssen. Es wurde daher dieselbe Nadel, nachdem ihr zuvor so viel magnetische Kraft gegeben war, als sie fassen konnte, so eingerichtet, daß sich an ihr die Veränderung der Abweichung in doppelter Größe, als zuvor, zeigen mußte. Die hiemit angestellten Beobachtungen stimmten nun darin überein, daß die westliche Abweichung um 1, 2, 3 oder 4 Uhr Nachmittags am größten, am Morgen aber und am Abend am geringsten war, wie dies auch durch Beobachtungen an andern Orten ist gefunden worden. Der Grund, warum diese Resultate von den vorigen so bedeutend abwichen, konnte nicht aufgefunden werden. Nur dieser einzige Unterschied fand bey diesen Beobachtungen statt, daß nämlich die Magnetnadel am 2ten, 4ten und 5ten Sept. sich dem Sonnenlichte ausgesetzt befand, indeß dies an den andern Tagen der Fall nicht war. Am 3ten und 18ten Sept. war der Himmel mit Wolken bedeckt, am 20sten Sept. und am 4ten, 5ten, 6ten, 7ten Octob. war der Himmel zwar klar, die Magnetnadel stand aber nicht im Sonnenlichte.

Cassini wollte wahrgenommen haben, daß der menschliche Körper auf die Magnetnadel durch Abstoßung wirke. Allein Herr Hällström konnte dies nicht bemerken; indessen war er doch geneigt zu glauben, daß die Gegenwart vieler Personen die westliche Abweichung der Magnetnadel schwäche. Denn oft traf es sich, daß die Nadel dem Erdmeridiane näher kam, wenn sich mehrere Menschen der einen oder der andern Seite näherten. Auch vom Nordlichte wurde die westliche Abweichung vermindert; ob aber beständig, oder zufällig, sey noch nicht ausgemacht.

Digitized by Google

In einer andern Dissertation α) prüft Hr. Hällström die Theorien über die täglichen Veränderungen der Abweichung. Herr Prevoſt β) glaubte die im Artikel angeführte Erklärung Canton's aus dem Grunde verwerfen zu müſſen, weil in tiefen Bergwerken keine Veränderung in der Erwärmung durch die Sonnenſtrahlen zu bemerken ſey. Er ſucht daher vielmehr den Grund der täglichen Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel in der Atmoſphäre und auf der Erdoberfläche. Gegen Canton's Hypotheſe wendet Herr Coulomb ein, die magnetiſche Kraft der Erde müſſe täglich abnehmen, wenn die Sonnenwärme ſie verminderte, daher er ſie von der Lage der Erde und Sonne gegen einander ableiten zu müſſen glaube. Nach ſeiner Meinung iſt die Sonnenatmoſphäre ſelbſt eine magnetiſche Flüſſigkeit, und wirke auf die magnetiſche Flüſſigkeit der Erde durch Vertheilung, indem ſie alle auf der Erdoberfläche zerſtreuete magnetiſche Flüſſigkeit nach der von der Sonne abgewandten Seite zurück ſtoße, und die Magnetnadel ſtrebe nun nach den Orten zu, wo dieſe irdiſche magnetiſche Flüſſigkeit in Menge angehäuft ſey γ).

Herr Hällström glaubt, anderer Schwierigkeiten nicht zu gedenken, Canton's und vielleicht auch Prevoſt's und Coulomb's Meinung durch folgende Schlüſſe und Erfahrungen umſtoßen zu können.

Es ſtelle der Kreis HOSW (Fig. 1.) den ſcheinbaren Horizont des Beobachters, der in C ſteht, vor; NS den wahren, AB den magnetiſchen Meridian des Ortes, und der Winkel NCA die Abweichung der Magnetnadel. Iſt ferner WCO ſenkrecht auf NS gezogen, ſo giebt O Oſten, W Weſten. Ebenfalls ziehe man durch

α) Animadverſiones circa hypotheſes ad explicandas acus magneticae variationes diurnas excogitatas. Praeſ. *Hällſtröm*, reſpond. *Wahlſten*. Aboae 1803.

β) De l'origine des forces magnétiques. Génève 1788.

γ) Memoires de mathem. et phyſ. préſent. à l'acad. roy. Paris 1780. Tom. IX. p. 262.

Digitized by Google

C die Linie DCE senkrecht auf den magnetischen Meridian AB. Wenn nun die Sonne Morgens in der Vertikalebene ist, welche durch C und E geht, so daß der östliche von NS liegende Theil der Erde erwärmet wird, so muß nach Canton's Hypothese der Theil AWB größere magnetische Kraft haben, als AEB; und nach Coulomb, das magnetische Fluidum der Erde von AEB nach AWB getrieben werden, wodurch die Nadel stärker nach AWB als nach AEB beweget wird. Folglich muß also der Mittelpunkt der Anziehung in der Vertikalebene CD seyn, so daß eine in C schwebende Magnetnadel in der Richtung CD angezogen wird. CD drücke diese Anziehungskraft aus, welche einzig die Nadel vom Meridian AB gegen Westen abweichen macht. Eben so wird gefunden, daß, wenn die Sonne in O oder in der Ebene CO ist, der Mittelpunkt der Anziehung in CW, und die anziehende Kraft = CW seyn müßte. Da aber die Richtung dieser Kraft nicht senkrecht auf dem magnetischen Meridian AB ist, so muß sie in die beyden Kräfte WF parallel mit AB, und CF derselben normal zerleget werden, und dann wird gefunden, daß CF die Kraft sey, welche die Nadel gegen Westen abweichen macht. Ist die Sonne in G, so ist CK diese Kraft, welche die Abweichung vermehren sollte, = o. Kommt sie weiter nach S, so ist die auf die Magnetnadel wirkende Kraft Cα gegen Osten gerichtet. Eben so, wenn die Sonne in M ist, die Kraft CR u. s. w. Hieraus erhellet deutlich, daß, nach der Meinung Canton's und Coulomb's, die westliche Abweichung am größten seyn müsse, wenn die Sonne in E steht, das ist, ungefähr um 5 Uhr Morgens, wenn die nördliche Declination 15° beträgt; am geringsten aber, wenn die Sonne in D steht, das ist, um 5 Uhr Nachmittags. Dieses streitet aber gegen die Erfahrung, der zu Folge die westliche Abweichung gerade Nachmittags um 1, 2 oder 3 Uhr am stärksten, Nachts aber am schwächsten ist. Dieses Widerspruchs wegen sind also diese Hypotheſen nicht zulässig.

Digitized by Google

Ferner untersuchet nun auch Herr Hällström die Hypothese derjenigen, welche die Veränderung der Abweichung aus dem Magnete der Erde ableiten, wohin vorzüglich Macdonald, Aepinus und Hay gehören. Nach diesen soll sich nämlich ein Magnet im Innern der Erde befinden, dessen veränderte Kraft die Richtung der Magnetnadel bestimme. Macdonald setzt voraus, daß ein Pol nach dem andern erwärmet und dadurch an Kraft vermindert werde. Aepinus und Hay *) nehmen an, das magnetische Fluidum sey in der Erde ungleichförmig vertheilt, und daher rührten die Veränderungen der Abweichung. Allein Herr Hällström bemerket ganz richtig, daß eine solche Hypothese willkührlich angenommen, und von ihnen die daher erfolgenden Veränderungen der Abweichung gar nicht nachgewiesen wären. Auch mache schon gegen die Hypothese vom Daseyn eines Magnets in der Erde van Swinden **) die sehr gegründete Einwendung, daß diese Erscheinung nicht kosmisch sey, nicht von einer allgemeinen Ursache, die zu allen Zeiten und an allen Orten gleich stark wirke, abhange. Denn aus den Beobachtungen erhelle, daß diese Veränderungen keinem Verhältnisse der Breite oder der Länge der Orte folgen, bald an einem Orte zu einer Zeit groß, in dessen Nachbarschaft klein, und im Sommer fast allenthalben größer als im Winter sind, und daß sie in verschiedenen Nadeln von einem Beobachter verschieden, und in keiner Uebereinstimmung mit der Neigung der Magnetnadel gefunden sind. Hiezu könne man noch fügen, daß bey uns die westliche Abweichung zuweilen Mittags am größten, Nachts am kleinsten, und zuweilen Mittags am geringsten und Nachts am größten gefunden ist. Diesem allen zu Folge könne man also van Swinden beystim-

*) Darstellung der Theorie der Electricität und des Magnetismus nach den Grundsätzen des Herrn Aepinus von Hay übersetzt von Karl Murhardt. Altenburg 1801. p. 264.

**) Mémoires présent. à l'Academie. Paris 1780. p. 355.

Digitized by Google

men, daß diese Erscheinungen nicht aus dem Magnetismus der Erde zu erklären sind.

Endlich prüfet Herr Hällström auch die Meinung derer, welche behaupten, daß vorzüglich die Electricität der Luft einen großen Einfluß auf die täglichen Veränderungen in der Abweichung der Magnetnadel habe. Es führe selbst de la Cepede *) an: Versuche hätten bewiesen, daß die electrische Materie in der umgebenden Luft die Ursache der Veränderungen seyn, und daß diese ganz aufhören, wenn die Nadeln mit Nichtleitern umgeben würden. Indeß führt er aber nicht an, was dies für Versuche gewesen sind; man weiß aber, daß eine mit Wachs überzogene Nadel die täglichen Veränderungen zeigt. Welche Gründe aber auch diese Hypothese unterstützen mögen, so streite doch dagegen der, daß die Veränderungen der Abweichung nicht immer groß sind, wenn die Intensität der Luftelectricität beträchtlich stark ist, so daß es oft scheint, als werde jene geringer, wenn diese wächst, u. s. w.

Da, so viel Herrn Hällström bekannt war, noch niemand Versuche über den Einfluß der Electricität des die Nadel umgebenden Mittels, auf ihre Abweichung, oder eines Magnets auf seinen Magnetismus angestellet hat, so unternahm er folgende Versuche:

Er tauchte eine horizontale, frey an einem Menschenhaare aufgehangene Nadel in ein gläsernes Gefäß voll Wassers, und richtete alles so ein, daß die Veränderungen der Abweichung durch das Mikroscop bis auf wenigstens 15″ bemerkt werden konnten. Durch einen messingenen Draht führte er dem Wasser aus einer Electrisirmaschine Electricität zu, und beobachtete dabey die Nadel, konnte aber nicht die mindeste Aenderung in der Richtung derselben entdecken. Auch dies war nicht möglich, wenn die Nadel selbst electrisirt wurde, und es war

*) Lichtenberg's Magazin. B. I. St. I. S. 147.

Digitized by Google

keine Aenderung sichtbar, die Electricität mochte schwach, oder so stark seyn, daß man Funken aus dem Wasser ziehen konnte, wofern nur dabey vermieden wurde, daß die der Nadel mitgetheilte Electricität nicht durch Anziehen oder Abstoßen auf andere Körper wirken, und dadurch die Nadeln in ihrer Richtung stören konnte.

Nun legte er einen künstlichen Magnet, dessen Südpol vom Nordpole der Magnetnadel 9 schwedische Zolle abstand, auf eine Glastafel, und nachdem die Nadel zur Ruhe gekommen war, theilte er ihm Electricität mit, während dessen die Nadel beobachtet wurde. Es war aber keine Veränderung in der Richtung der Magnetnadel zu bemerken. Dasselbe war der Fall, als der Nordpol des Magnets dem Nordpole der Nadel gegenüber gestellt wurde.

Der Erfolg dieser Versuche, der sich beständig gleich war, die Electricität mochte positiv oder negativ seyn, von einer Electrisirmaschine oder von einer Verstärkungsflasche herrühren, zeigt also, daß van Swinden Recht habe, wenn er läugnet, daß die Electricität die Declination der Nadel vermehre, und daß der Grund der Veränderungen der Abweichung der Nadel in der Nadel selbst, und nicht außer ihr zu suchen sey. Er hatte gezeigt, daß in gewissen Fällen die Abweichung der Magnetnadel vermehrt oder vermindert werden müsse, wenn die Intensität der magnetischen Kraft des einen oder des andern Pols wachse oder abnehme, und oft wiederholte Versuche hatten ihn belehrt, daß diese Veränderung so abwechselnd sey, daß sie selbst in kleinen Zeitmomenten nicht beständig bleibe. Er vermuthet daher, sie sey periodisch, wie die Declination der Magnetnadel. Die Ursachen davon konnte er aber nicht ergründen.

Aus allen diesen scheint daher zu erhellen, daß die Ursache der täglichen Veränderung der Abweichung der Magnetnadel, so wie überhaupt die Veränderungen der jährlichen Declination der Nadel noch nicht erkläret sey.

Digitized by Google

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. 182. f. B. XX. 257. f. B. XXVI. 275 f. S. XXIX. S. 1. f. S. 384 f. und an mehreren Stellen.

Adhäsion (Zus. zu S. 16. Th. VI.). Herr Prof. Link *) hat die angeführten Versuche des Herrn Carradori wiederholt, und die meisten als wahr befunden; allein seiner Meynung nach folgten daraus ganz andere Resultate, als jener daraus gezogen habe. Daß sich zwey Körper beym Vermengen nicht sogleich mit einander verbänden, beweise keinesweges einen Mangel an Verwandtschaft zwischen ihnen. Die Erscheinung, daß ätherische Oehle die fetten vom Wasser treiben, hätten Carradori schon aufmerksam machen können, daß hier wirklich der Anfang einer chemischen Verwandtschaft vorhanden sey. Herr Link beschreibt einige von ihm angestellte Versuche, aus welchen seine Behauptung noch mehr hervorgehen werde. Wenn aber diese Versuche gelingen sollen, so müssen die tropfbaren Flüssigkeiten ganz rein, von allen staubigen und fettigen Unreinigkeiten völlig befreyt, und die Mengen nicht zu klein seyn.

Tropft man zuerst Caveputöhl oder Steinöhl auf Wasser und nachher Terpentinöhl, so treibt dieses jene Oehle fort; sie fließen an die Seite und vereinigen sich in Tropfen.

Wie Wolfsmilchsaft wirken die Auflösungen der Harze in Weingeist, besonders der geistige Lackfirniß.

Alle Oehle, auch die ätherischen, werden von einem Tropfen concentrirter Schwefelsäure mit großer Heftigkeit verdrängt. Die Bewegung dauert lange fort, und wird erneuert, so wie von neuem Theilchen der Schwefelsäure zur Oberfläche aufsteigen. Gemeine Salpetersäure und Salzsäure vertreiben die Oehle nicht.

Concentrirte Auflösungen von Alkalien verdrängen ebenfalls die Oehle doch minder stark, als Schwefelsäure. Hält man ein Stück reines Kali im Wasser, welches mit

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIV. S. 121.

Digitized by Google

einem Tropfen Terpentinöhl bedeckt ist; so wird stoßweise, so wie sich das Kali auflöset, das Oehl fortgetrieben.

Wasserfreyer Weingeist treibt die ätherischen Oehle vom Wasser schnell an die Seite.

Körper, welche sich im Wasser gar nicht, oder mit einiger Schwierigkeit, auflösen, wirken auf die Oehle nicht.

Wasser treibt die Oehle vom Wasser nicht auf die Seite, auch nicht zugetropftes siedend heißes.

Aus diesen Versuchen macht Herr Link den Schluß, daß sich die Erscheinungen nach den bekannten chemischen Verwandtschaften richteten. Starke Schwefelsäure und reiner Weingeist seyen die Flüssigkeiten, welche die nächste Verwandtschaft mit dem Wasser haben; denn sie schlagen allein alle im Wasser aufgelöste Säuren nieder, wenn sie solche nicht selbst auflösen. Andere Säuren vermögen dieses nicht. Auch treiben jene alle Oehle vom Wasser, diese aber nicht.

Auf einer concentrirten Auflösung von reinem oder kohlensaurem Kali verbreiten sich die ätherischen Oehle nicht, sondern fließen bald an die Seite. Fette Oehle verbreiten sich schon weit mehr. Aetherische Oehle vertreiben die fetten keinesweges. Gießt man einige Tropfen Terpentinöhl auf eine solche Kaliauflösung, und schnell nachher, ehe sie an die Seite fließen, einige Tropfen Mandelöhl, so treibt dies das erstere fort: ein Versuch, welcher die Uebereinstimmung dieser Erscheinungen mit der chemischen Verwandtschaft deutlich zeigt.

Auf Essig, Salpetersäure und Salzsäure werden die fetten Oehle von den ätherischen nicht vertrieben, wol aber thut dieses die Schwefelsäure und der Weingeist.

Auf Quecksilber werden die fetten Oehle von den ätherischen nicht verdrängt, wol aber von der Schwefelsäure. Es entsteht eine fortdauernde Bewegung; das Terpentinöhl wird fortgestoßen, und von den braunen Theilen lösen sich gelbliche ab, und fließen wieder in der Mitte zusammen. Man sehe also hieraus, daß es ganz

Digitized by Google

unrichtig sey, wenn Carradori sage, Versuche dieser Art gelängen nur auf Wasser.

Zu den Versuchen auf Wasser und andern Flüssigkeiten empfiehlt Herr Link besonders das Steinöhl, weil dessen Verbreitung wegen der rothen Farbe leichter beobachtet wird, als an andern ungefärbten Oehlen.

Aus diesen Versuchen, schließt Herr Link, erhelle es genugsam, daß sie, weit entfernt, gegen Morveau's Behauptung Gründe zu liefern, vielmehr dieselbe bestätigten. Dabey müßten wir aber erwägen, daß sie ihrer Natur nach eingeschränkt seyn, indem sich nur die Adhäsion zweyer Flüssigkeiten bemerken lasse, welche selbst in der Stufe der Flüssigkeit, wie Oehl und Wasser, Unterschiede zeigten. Auf der andern Seite müßten wir aber auch bedenken, daß die Bestimmung der chemischen Verwandtschaften so schwierig sey, daß man von dieser keineswegs, als von einer festgegründeten, ausgehen dürfe. Versuche dieser Art erforderten alle mögliche Vorsicht, und seyen oft zu wiederholen, um sichere Resultate zu erhalten.

Auf alle Fälle zeigten Carradori's und seine Versuche eine Wahlanziehung, welche höchst merkwürdig sey. Auch habe er kein Beyspiel von einer verwechselten Verwandtschaft beobachtet. Die fetten Oehle treiben nie die ätherischen Oehle vom Wasser an die Seite, die ätherischen verdrängen nicht die fetten von Alkalien u. s. f. Wir könnten also an solchen einfachen vor unsern Augen vorhandenen Erscheinungen die Wahlanziehungen studiren.

Herr A. Draparnaud *) hat ähnliche Versuche angestellt. Einmal wollte er untersuchen, ob sein Weingeist Essigsäure enthalte; er goß daher etwas Lackmußtinktur in eine Glasschale und ließ einige Tropfen Weingeist darauf fallen. Die Farbe der genannten Tinktur wurde nicht verändert; allein sie flohe zu seiner großen Verwunderung schnell nach dem Umfang der Schale, und ließ

*) Annales de chimie. Tom. XLVII. p. 303.

Digitized by Google

den Boden derselben entblößt. Nachdem sie sich bis auf eine gewisse Weite entfernt hatte, kehrte sie zurück, und nahm den untern Theil der Schale aufs Neue ein. Diese ihm sehr auffallende Erscheinung gab ihm Veranlassung, mit andern Substanzen dergleichen Versuche anzustellen. Die vorzüglichsten sind folgende:

1. Wenn man den Boden eines Gefäßes von Glas, Porzellan, Metall u. s. w. mit einer dünnen Lage Wasser übergießt, und alsdann mit einem Stabe einen Tropfen Weingeist auf den Mittelpunkt derselben bringt, so fließt das Wasser im Augenblicke mit Schnelligkeit, und entblößt den Boden; und zwar zeigt sich diese Stelle nach ihm vollkommen trocken und in ihrem natürlichen Glanze. Hat das Wasser die größte Entfernung erreicht, so kehrt es zurück, und bedeckt den Boden des Gefäßes, den es verlassen hatte, aufs neue. Bey Wiederholung dieses Versuchs mit demselben Wasser wird die Zurückstoßung immer unbedeutender, und die entblößte Stelle immer kleiner, weil das Wasser sich immer stärker mit dem Weingeist verbindet.

2. Wenn man zu diesem Versuche Wasser mit Lackmuß gefärbt nimmt, so werden die angeführten Erscheinungen noch viel deutlicher. Man nimmt sehr sichtlich dabey eine zitternde Bewegung um die innere Grenze des zurückgetretenen Wassers wahr. Sie beweist ein beständiges Stoßen von Weingeisttheilchen gegen diesen innern Umfang, und daß dadurch die Entfernung des Wassers bewirkt wurde. Als Herr Duparnaud auch den Weingeist mit Lackmuß färbte, und einen Tropfen auf eine dünne Lage Wassers brachte, blieb blos im Mittelpunkte der entblößten Stelle ein blauer Fleck; glaubte aber doch dabey wahrzunehmen, daß ein beständiges Ausströmen des Weingeistes gegen den innern Umfang des Wassers statt finde, weil sich dieser innere Umfang des Wassers immer mehr mit dem Violet des Lackmußes färbte.

3. Wenn man den Boden des Gefäßes mit einer dünnen Lage Weingeist übergießt, und einen Tropfen Wasser

Digitized by Google

auf die Mitte desselben bringt, so findet keine ähnliche Erscheinung statt. Der Weingeist fließt nicht zurück, das Wasser plattet sich ab, und verbindet sich nach und nach mit dem Weingeiste.

4. Wenn man den Boden des Gefäßes mit einer sehr dünnen Lage Baumöhl bedeckt, und auf die Mitte einen Tropfen Weingeist bringt, so wird zwar das Oehl zurückgestoßen, aber nicht so schnell als das Wasser, und in der Mitte wird eine Stelle entblößt. Ist die Lage Oehl zu dick, so sieht man nur an der Oberfläche die zurückweichende Bewegung, ohne daß der Boden entblößt wird. Wasser, womit der Boden des Gefäßes befeuchtet ist, wird durch einen Tropfen Baumöhl in keine Bewegung gebracht.

5. Wird in die Mitte eines befeuchteten Tellers ein Stück frischer Citronen- oder Orangen-Schale gelegt, so fließt das Wasser sichtlich zurück und die leer gewordene Stelle erscheint mit schönen Regenbogenfarben. Diese Bewegung ist aber lange nicht so schnell, als die, welche der Alkohol bewirkt.

Aus diesen Versuchen glaubte Herr Draparnaud schließen zu dürfen, daß jede Flüssigkeit, welche in der gewöhnlichen Temperatur flüchtig sey, das Vermögen besitze, das Wasser auf diese Art zurückzustoßen. Es fiel ihm daher erstaunend auf, als ein Tropfen flüchtigen Ammoniaks nicht die geringste Bewegung in dem Wasser hervorbrachte. Auf Oehl hatte es diese Wirkung, und er glaubte daher, es liege an der großen Verwandtschaft des Ammoniaks zum Wasser, vermöge welcher der Tropfen im Augenblicke sich mit dem Wasser verbinde.

Näßt man den Boden des Gefäßes mit Alkohol und bringt einen Tropfen vom Ammoniak in die Mitte, so fließt der Alkohol nicht; der Tropfen plattet sich vielmehr ab, und beyde Flüssigkeiten verfliegen.

Näßt man dagegen den Boden mit Ammoniak, und bringt einen Tropfen Weingeist in die Mitte, so weicht das Ammoniak zurück.

Digitized by Google

Draparnaud glaubt, daß die Kraft der horizontalen Expansion im Alkohol größer, als im Ammoniak sey.

Gegen Herrn Draparnaud bemerket Herr Carradori *), daß seine Beobachtungen gar nicht neu, so wie seine daraus gezogenen Folgerungen falsch seyen. Die Zurückstoßung des Wassers sey nur scheinbar, und beruhe blos auf dem verschiedenen Grade der Anziehung, welchen die Flüssigkeiten gegen die Oberfläche des Wassers äußerten.

Daß sich eine dünne Lage Wasser von der Oberfläche eines Gefäßes zurückziehe, wenn man Weingeist darauf bringe, sey ganz richtig; es sey aber falsch, daß die vom Wasser entblößte Stelle völlig trocken sey; es befinde sich auf derselben eine dünne Lage Weingeist, welche aber bald verdunste. Das Wasser werde jedoch nicht vom Weingeiste zurückgestoßen, sondern es bleibe sich selbst zur Vereinigung überlassen, weil der Weingeist zur Oberfläche des Gefäßes eine stärkere Anziehung als das Wasser habe.

Wenn man einen oder zwey Tropfen Weingeist auf eine Porzellanschale bringt, so verbreiten sich diese sogleich über dieselbe in einer kreisförmigen Gestalt; Wasser thue dies aber nicht. Daher sey es klar, daß die Wassertheilchen unter sich mehr Anziehung und weniger auf die Fläche der Schüssel äußerten, als der Weingeist. Uebrigens sey folgender sehr leichter Versuch der Meynung des Herrn Draparnaud geradezu entgegen: Man befestige in der Mitte eines porzellanen Tellers eine kleine Wachskugel, mache in dieselbe mit dem Knopfe einer großen Nadel eine Vertiefung, und gieße so viel Wasser in den Teller, daß es über den Rand dieser Vertiefung wegsteht, ohne doch in dieselbe einzudringen. Wenn nun ein Tropfen Weingeist in diese Vertiefung so gebracht wird, daß er unter dem Niveau der Wasserfläche sich befinde, und das Wasser beynahe berühre, so müßte der Weingeist durch ausströmende Theilchen, eine zurückstoßende Kraft auf das umgebende Wasser

*) Annales de chimie. Tom. LI. p. 216.

Digitized by Google

äußern. Allein hierbey wird nicht die geringste Bewegung am Wasser wahrgenommen. Wenn aber das Wasser über die Wände der kleinen Vertiefung tritt, entfernen sich die kleinen Körperchen, welche auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, von der Vertiefung; ein Beweis, daß der Weingeist, bevor er sich mit dem Wasser mischt, sich eben so als die übrigen ätherischen Körper über die Oberfläche desselben verbreitet.

Zur Bestätigung seiner Meynung führt Herr Carradori noch folgende Versuche an:

1. Wenn man auf Wasser, worauf kleine Stückchen Gold- oder Silberblättchen schwimmen, einen Tropfen Weingeist bringt, so fliehen die Blättchen und entfernen sich. Wird etwas Baumwolle, mit Aether getränkt, den Blättchen genähert, so fliehen sie mit noch größerer Geschwindigkeit. Wenn man aber zuvor einen Tropfen der Wolfsmilch auf die Wasserfläche fallen läßt, so bleiben die Blättchen in Ruhe, weil alsdann das Wasser mit einer Flüssigkeit bedeckt ist, welche mehr Anziehung zu demselben hat. Ueberhaupt übertrifft der Wolfsmilchsaft in seiner Flächenanziehung zum Wasser die allerflüßigsten und allerölhaltigsten Flüssigkeiten; er verjagt alle, und zwingt sie, sich an den äußersten Theilen des Gefäßes in Gestalt kleiner Kugeln zusammen zu ziehen.

2. Wenn man mitten auf einem Teller ganz sanft einen Tropfen Weingeist bringt, und dann das Gefäß mit Wasser befeuchtet, so daß es sich dem Tropfen nur etwa bis auf 2 Linien nähet, so sieht man, daß der Tropfen, bevor er sich verbreitet, eine Zurückstoßung auf das ihn umgebende Wasser äußert, besonders wenn er sich allzu sehr nähet. Diese Wirkung schreibt Carradori den Weingeistdämpfen zu; nicht daß sie das Wasser mechanisch zurücktreiben, sondern sie entziehen blos demselben die Oberfläche des Tellers. Ereignet es sich, daß der Weingeisttropfen mit dem Wasser in Berührung kommt, so entsteht sogleich eine heftige Bewegung; das Wasser wird mit vieler Lebhaftigkeit zurückgetrieben, und

Digitized by Google

der Weingeistdampf, wie von einer neuen Kraft belebt, sich zu verbreiten, bricht durch seine Schranken, und macht das Wasser fliehen.

Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit dem Kampher, wenn man ein kleines Stückchen auf einen Teller legt, welcher eine Linie hoch mit Wasser gefüllt ist, so daß das Kämpherstückchen den Boden des Tellers berühren kann. Das Wasser zieht sich rings um den Kampher zurück, und wird, wie durch Zurückstoßung, davon entfernt gehalten.

Beyde Erscheinungen sind nach Carradoris Meynung eine Wirkung der Flächenanziehung, erstere des Weingeistes, und letztere des Oehls des Kämpfers zum Wasser. Diese Oehl, gezwungen durch Flächenanziehung zum Wasser, sich über dasselbe zu verbreiten, verdunste dann mit einer ungemein großen Geschwindigkeit. Beyde, der Weingeist und das Oehl des Kampfers, stürzen sich auf das Wasser, verbreiteten sich über die Oberfläche desselben mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit, zerstreueten das Wasser und trieben es zurück, und kämen selbst desselben mit dem Boden des Gefäßes in Adhäsion.

Herr Draparnaud war der Meynung, der Grund, warum Ammoniak das Wasser vom Boden eines Gefäßes nicht vertreibe, liege in der großen Verwandtschaft desselben zum Wasser. Allein, frägt Herr Carradori, finde diese Verwandtschaft nicht auch beym Weingeiste statt? Und müßte sich nicht diese Zurückstoßung zeigen, wenn das Wasser das Ammoniak blos umgebe, ohne es zu berühren, indeß sie sich auch in diesem Falle nicht äußere? Ein Tropfen Ammoniak, welcher auf eine dünne Lage Weingeist gebracht werde, vertreibe auch ihn nicht, und bilde keinen Kreis der Entfernung. Aber ein Tropfen Weingeist, den man mitten in eine dünne Lage Ammoniak versetze, treibe diese rings umher zurück und bilde den Kreis. Dies komme nicht daher, daß der Weingeist eine größere Expansivkraft, als das Ammoniak, habe, sondern weil das Ammoniak keine, oder höchstens eine

Digitized by Google

sehr kleine Flächenanziehung mit dem Boden der Gefäße besitze, der Alkohol dagegen eine beträchtliche. Man versetze einen Tropfen Ammoniak auf einen Porzellanteller oder auf eine Glasplatte, er bleibt beysammen, statt daß der Weingeist sich rings umher verbreitet. Man sähe hier offenbar den Grund, warum der Weingeist das Ammoniak vom Boden des Gefäßes vertreibe, aber nicht umgekehrt das Ammoniak den Weingeist. Käme es hier auf mechanischen Stoß der Emanationen an, so könnte in diesem Falle sich schwerlich eine Wirkung äußern, da beyde Emanationen sich beynahe aufheben müßten; und doch treibe der Weingeist das Ammoniak mit derselben Schnelligkeit als das Wasser zurück.

Ob nun gleich Ammoniak weder Wasser, noch Weingeist auf einer Fläche zurückzutreiben vermag, so hat doch Herr Draparnaud bemerkt, daß das Ammoniak Oehl auf ihr zurückstoße. Herr Carradori glaubt, daß diese Wahrnehmung eine Erörterung verdiene. Letzterer hat bemerkt, daß sogar die bloße Annäherung eines Tropfens Ammoniak an die Oberfläche des Oehls eine unverkennbare Bewegung darin hervorbringe, wie wenn man auf sie blase, und man könne glauben, daß wenigstens in diesem Versuche die elastischen Ausflüsse des Ammoniaks durch eine mechanische Wirkung, durch Stoß gegen das Oehl, dem Auge sichtbar würden. Daß dies möglich sey, sagt Carradori, habe er nie läugnen wollen; er habe nur zu zeigen gesuchet, daß mehrere Phänomene, welche man für Wirkungen von Zurückstoßungen durch die Verbreitung flüchtiger Körper gehalten habe, nicht von dieser Ursache abhängen, sondern Wirkungen der Flächenanziehung seyen. Bevor man indessen über die Wirkung des Ammoniaks auf die Oehle ein entscheidendes Urtheil fälle, macht Herr Carradori auf folgende merkwürdige Beobachtungen aufmerksam.

Man werfe kleine Stückchen Gold- oder Silberblatt auf Oehl, und nähere der Oberfläche des Oehls einen Tropfen Ammoniak; sogleich zeigt sich in ihr und in den auf

Digitized by Google

ihre schwimmenden Blättchen eine kleine Bewegung. Bringt man den Ammoniaktropfen auf das Oehl, so fliehen die Blättchen noch weiter, und das Ammoniak verbreitet sich über die Oberfläche des Oehls, während es sie in eine sichtbare Bewegung setzt.

Stellt man diesen Versuch mit Wasser in einem ähnlichen Gefäße, gerade auf dieselbe Art wie über dem Oehle, über Wasser oder über Weingeist an, oder über irgend einer andern Flüssigkeit als Oehl, so zeigt sich auf der Oberfläche dieser Flüssigkeiten gar keine Bewegung, während der Ammoniaktropfen ihr genähert, oder auf sie gebracht wird. Ein Tropfen Oehl dagegen, der auf dem Wasser noch als ein Kügelchen schwimmt, wird schnell über dasselbe verbreitet, wenn man von oben herab demselben den Ammoniaktropfen nähert; und hat sich das Oehl schon in einen Schleyer ausgedehnet, so weicht es schnell zurück. Eben so zeigen alle Oehltheilchen, womit eine Wasserfläche besprengt wird, wenn man die Schale einer Orange darüber druckt, bey der Annäherung eines Ammoniaktropfens eine leichte Bewegung.

Nach diesen Versuchen, sagt Carradori, scheine es, daß auf einer Fläche Oehl die Ausflüsse des Ammoniaks nicht durch einen mechanischen Stoß, sondern durch eine physische Wirkung sichtbar werden. Ein Stoß durch die Expansivkraft der Ausflüsse des Ammoniaks hervorgebracht, müßte eben so gut als das Oehl andere gleich bewegliche Flüssigkeiten, z. B. Weingeist, in Bewegung setzen. Ein Tropfen Ammoniak, den man dem Rauche eines Lichtes nähert, welcher sich beym geringsten Hauche krümmt, vermag den Rauch nicht im mindesten zu bewegen. Es läßt sich also die Wirkung des Ammoniaks auf Oehl keiner mechanischen Bewegung zuschreiben. Für diese seine Meynung führt er als unwiderleglichen Beweis noch folgenden Versuch an: Man werfe kleine Stückchen Kork auf Wasser, und nähere einen Tropfen Ammoniak; alles bleibt in Ruhe. Reibt man aber solche kleine Korkschnitzel zwischen den Fingern, die man vorher in Oehl

Digitized by Google

getauchet hat, und bringt sie auf Wasser, so kommen sie sogleich in eine wunderbare Bewegung, wenn man ihnen einen Tropfen Ammoniak nähert. Wirft man ferner auf das Wasser zweyer anderer Gläser, auf das eine etwas Weizenmehl, auf das andere Mandelöhl, und nähert beyden einen Tropfen Ammoniak, so kommen die Mehltheilchen nicht aus der Ruhe, die Theilchen des letztern aber gerathen sogleich in Bewegung, und stürzen sich auf den Boden herab. Ueberhaupt mag man eine Veränderung vornehmen, welche man will, so äußert sich das Ammoniak bloß auf Oehl und auf öhlartige Körper thätig.

Hiemit glaubt Carradori hinreichend bewiesen zu haben, daß die Zurückstoßung, welche das Oehl vom Ammoniak leidet, keine Wirkung des Stoßes der Ausflüsse, oder Dämpfe des Ammoniaks sey. Lediglich sey sie der Flächenanziehung zum Oehle zuzuschreiben, welche dem Ammoniak in Dampfgestalt so gut als tropfbar flüssig inwohne, wozu vielleicht eine chemische Anziehung komme durch die Veränderungen des Oehls, durch die Ausflüsse des Ammoniaks bewirkt.

Da Herr Carradori die chemische Wahlanziehung von einer Wahlanziehung im allgemeinen zu unterscheiden scheinet, so führet dagegen Herr Prof. Link *) an, daß eine solche Verschiedenheit bey diesen Erscheinungen schwerlich zu gedenken sey, sondern daß sie vielmehr auf eine völlige Uebereinstimmung zwischen beyden hinzuweisen schienen.

Zuerst bemerket Herr Link, daß die Erfolge auf festen Körpern sich verschieden von den Erfolgen auf tropfbaren zeigten. Es entstehe nämlich um den Körper, welcher den andern vertreibe, eine trockene Stelle, und der letztere scheine sich von jenem in einiger Entfernung zurückzuziehen. Prevost halte dies für eine bloße Folge der ausströmenden, riechenden Theilchen; Carradori aber sehe auch hier eine Wahlanziehung, und bringe sehr

*) Gilbert's Annalen der Physik B. XXVI. S. 246. f.

Digitized by Google

überzeugende Gründe gegen Prevoſt vor. Das wichtigſte, was Prevoſt anführe, und was einen großen Schein habe, beſtehe darin, daß es einerley ſey, auf welchem Körper man die Verſuche anſtelle, und daß z. B. Weingeiſt das Oehl und das Waſſer von einer Glasplatte wie von einer Eisplatte zurücktreibe.

Im Ganzen ſey dies richtig, und er habe mit denſelben Erfolgen Verſuche auf Platten von Glas, Quarz, Chalcedon, Serpentin, Marmor, Alabaſter, Steinſalz und Perlmutter angeſtellet. Nur ſey die Geſchwindigkeit, womit die Vertreibung geſchehe, verſchieden; ſie gehe auf Glas viel ſchneller vor ſich, als auf Quarz. Auch in Rückſicht der flüſſigen Körper ſtimmten ſeine Verſuche mit Prevoſt's Angaben ziemlich überein, nur könne man zwiſchen Wein und Waſſer noch die Säuren einſchieben. Aber aus dieſer beſtändigen Folge laſſe ſich weiter nichts herleiten, als daß die Geſetze der Wahlanziehung einfacher ſeyn möchten, als wir bisher geglaubt hätten.

Folgender Verſuch zeige, daß nicht bloß der Stoß elaſtiſcher Theilchen jene Vertreibung verurſache. Man gieße eine Schicht von Terpentinöhl auf eine Quarzplatte, und tropfe Weingeiſt mit Lackmuß gefärbt darauf, ſo wird man es mit einiger Behutſamkeit leicht dahin bringen können, daß der Tropfen auf dem Oehle ſchwimmet, ohne es zu vertreiben. Sobald aber der Tropfen von einer größern Höhe herabfalle, ſo daß er den Stein berühre, gehe die Vertreibung ſchnell von ſtatten. Wirkte hier nur der Stoß ausſtrömender Theilchen, ſo ſehe man nicht ein, warum die Wirkung erſt bey der Berührung des kalten Steins erfolge.

Bis zum Sieden erhitztes Waſſer wirke nicht mehr und nicht anders, als kaltes Waſſer; ebenfalls ein bedeutender Grund gegen die angeführte Meinung.

Wenn auch beym erſten Blicke die Reihe der Vertreibungen ſich nach der Flüchtigkeit richte, ſo leide dies doch manche Ausnahmen. Reines Ammonium treibe nach

Digitized by Google

seinen Versuchen eine Kalilauflösung nicht fort, und sey doch viel flüchtiger als diese.

Ob also gleich der Stoß flüchtiger Theilchen keineswegs die einzige Ursache jener Erscheinungen sey, so erfolge doch ohne Zweifel dabey eine Entwickelung von Dämpfen, welche sich auf die Platte anlegen, und den scheinbar trocknen Kreis um die aufgetropfte Flüssigkeit machen. Gieße man eine salzsaure Verbindung auf die Glasplatte, und tröpfele Schwefelsäure darauf, so bilde diese einen isolirten Tropfen, aus welchem sich Dämpfe entwickelten, und im Umkreise werde die übrige Flüssigkeit zurückgetrieben. Bringe man Terpentinöhl auf eine Glasplatte, und tröpfele Schwefelsäure darauf, so würden die Tropfen braun und vertrieben dann das Terpentinöhl. Es werde also das Oehl nicht von der Säure vertrieben, sondern aus beyden entstehe ein neues Produkt, welches die Vertreibung verursache. Umgekehrt, wenn man eine Platte mit Schwefelsäure überziehe, und Terpentinöhl darauf tröpfle, so entstehen eben solche braune Tropfen, welche auch nun die Schwefelsäure zurücktreiben. Auffallend sey es, daß jede auch noch so geringe Menge von Fettigkeit Wasser vertreibe. Salpeterkrystalle auf frischem Bruche thäten dies nicht, wohl aber, wenn man sie eine kurze Zeit zwischen sonst dem Anscheine nach gar nicht fettigen Fingern gehalten habe.

Das Niederfallen und Anlegen der Dämpfe auf eine Glasplatte lasse sich in einigen Fällen deutlich bemerken. Man tröpfele auf eine Glasplatte einen Tropfen Salzsäure, und daneben einen Tropfen reinen Ammoniums, so werde man deutlich sehen, daß sich die aufsteigenden Dämpfe erst auf die Platte legten, und dann in die Höhe stiegen. Ein Tropfen rauchende Salpetersäure auf eine Glasplatte gebracht werde im Umfange mit einem leichten Thau umgeben, und dieser verbreite sich weiter, so wie der Tropfen fortfließe. Noch deutlicher werde dies, wenn man die Glasplatte mit einem fettigen Tuche zuvor abwische, und dadurch die Reibung vermehre oder

Digitized by Google

das Zerfließen des Tropfens verhindere. Andere flüssige Substanzen verbreiteten einen ähnlichen Thau um sich her. Prevoſt behaupte, er habe das vom Kampher ausfließende Oehl, wovon Carradori rede, nie gesehen; allein es fahre allerdings ein Dampf vom Kampher aus, welcher sich als ein farbenspielendes Häutchen anlege, und man bemerke dies deutlich, wenn man auf einer blauen Glasplatte Wasser von Kampherstückchen vertreiben lasse.

Wenn man also die Versuche auf festen Körpern anstelle, so habe man eigentlich auf eine doppelte Erscheinung zu sehen. Es werde nämlich nicht allein Dampf entwickelt, welcher sich als Thau auf die Platte anlege, und einen scheinbar trocknen Kreis bilde, sondern auch die Flüssigkeit werde dadurch vertrieben. Die Anziehung der Platte befördere die Entwickelung der Dämpfe; die Reibung verhindere den Tropfen ganz seiner Anziehung zu folgen, und auf dem festen Körper zu zerfließen; nur die leicht beweglichen flüchtigen Theilchen entfernten sich von ihm. Die ganze Erscheinung sey also ein Produkt der eigenthümlichen Flüchtigkeit der Substanz und ihrer Anziehung zur Platte.

Aus diesem Gesagten werde man sich gar nicht wundern, daß die Versuche mit Haarröhrchen nicht damit übereinstimmten. Denn hier scheine der Weingeist eine sehr geringe Verwandtschaft mit dem Glase zu haben, in den Versuchen mit gläsernen Platten komme aber außer der Anziehung zum Glase die eigenthümliche Zähigkeit des Weingeistes, dessen öhlartige Consistenz man leicht gewahr werde, wenn man ihn von einer Platte abwische, vorzüglich in Betrachtung. Daher steige auch Schwefelsäure, welche lange nicht so zähe sey, wie die kleinen Tropfen derselben bewiesen, in den Haarröhrchen höher auf, als Weingeist. Auf Platten hingegen wirke außer der Anziehung die Flüchtigkeit der Substanz, und ihre Zähigkeit habe auf die Erfolge nur einen sehr geringen Einfluß.

Digitized by Google

Die merkwürdige Erscheinung, daß nämlich kleine feste Körper auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, welche specifisch schwerer als Wasser sind, z. B. kleine Metallfeile, Sandkörner, kleine feine Nähnadeln u. s. f. ist bisher fast allgemein so erkläret worden, daß beym Auflegen solcher Körper auf dem Wasser durchs Verdrängen der Lufttheile zwischen der Oberfläche des Körpers kleine Luftbläschen entstehen, welche sich an den Körper und an das Wasser anhängen, oder daß sich in den Körpern selbst eingeschlossene Luft befindet. M. s. den Artikel: Schwimmen Th. IV. S. 551. Diese Erklärung schien aber dem Herrn v. Rumford nicht genügend. Um also den wahren Grund dieser so auffallenden Erscheinung näher aufzudecken, unternahm er es, mehrere Versuche anzustellen, deren Resultate verdienen angeführt zu werden:

1. Er brachte in ein Glas mit einem Fuße etwas Wasser, und goß darüber eine $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Lage Schwefeläther. Nachdem alles vollkommen in Ruhe war, tauchte er eine sehr kleine Nähnadel in horizontaler Lage in den Schwefeläther bis ohngefähr 1 Linie vom Wasser ab, und ließ sie alsdann fallen. Sie sank bis an die Oberfläche des Wassers; hier erhielt sie sich aber schwimmend.

2. Derselbe Erfolg fand statt, als er sehr feines schwarzgewordenes Zinnpulver, das sich mittelst einer Loupe als lauter kleine Kügelchen von verschiedener Größe zeigte, sanft aus der Höhe von $\frac{1}{4}$ Zoll auf die Oberfläche des Schwefeläthers fallen ließ.

3. Sehr fein zertheilte Quecksilberkügelchen von $\frac{1}{5}$ Linie im Durchmesser blieben ebenfalls einzeln etwa $\frac{1}{2}$ Linie vom Wasser ab sanft darauf gethan an der Oberfläche des Wassers schweben. Hielt man hiebey das Auge etwas niedriger als die Wasserfläche, so daß man das Tröpfchen von unten herauf sah, so schien es, als schwebe es in einem Sacke, etwas über dem Niveau des Wassers. Ein zweytes Quecksilbertröpfchen auf dieselbe Art aufs Wasser gebracht, näherte sich dem ersteren mit zunehmender Geschwindigkeit, und stürzte sich in denselben Sack,

Digitized by Google

der nun länger wurde, die beyden Queckſilbertröpfchen floſſen aber nicht zuſammen. Auch ein drittes Queckſilbertröpfchen vereinigte ſich mit den beyden vorigen; allein das vereinte Gewicht war nunmehr zu groß, der Sack riß, und die Kügelchen ſanken im Waſſer zu Boden.

Wurde dieſer Verſuch mit etwas größern Queckſilberkügelchen wiederholt, die $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeſſer hatten, ſo durchbrachen ſie jedesmal die Waſſerhaut, und fielen zu Grunde. Vermehrte er hingegen die Klebrigkeit des Waſſers dadurch, daß er darin ein wenig Gummi Arabic. auflöſete, ſo blieben ſelbſt noch größere Queckſilbertropfen über der Waſſerfläche ſchweben.

Die Reſultate dieſer Verſuche waren unter einander ähnlich, der Herr v. Rumford mochte ſtatt des Schwefeläthers über das Waſſer eine Lage Terpentinöhl oder eine Lage Olivenöhl gegoſſen haben, nur mit dem bloßen Unterſchiede, daß in den beyden letztern Fällen noch etwas größere Queckſilberkügelchen auf der Waſſerfläche ſchwebend erhalten zu werden ſchienen, und bey dem Verſuche mit Zinnpulver einige wenige der feinſten Zinntheilchen an der Oberfläche des Oehls ſchwammen.

4. Durch ein beſonderes Mittel hatte er Alkohol über Waſſer ſo zu bringen geſucht, daß beyde Flüſſigkeiten eben ſo beſtimmt abgeſchnitten erſchienen, als Oehl und Waſſer. Als er nun aus einer ſehr kleinen Höhe etwas von dem feinen Zinnpulver auf den Alkohol fallen ließ, ſo ſank es durch beyde Flüſſigkeiten bis auf den Boden hinab, ohne daß ſich nur der geringſte Widerſtand an der Flächengränze des Alkohols und Waſſers hätte wahrnehmen laſſen. Es ſchien ihm wahrſcheinlich, obgleich dieſe Gränze vom Auge ganz deutlich geſehen zu werden ſchien, eine chemiſche Einwirkung des Alkohols auf das Waſſer ſelbige zerſtöret zu haben.

Es war ihm darum zu thun, die Art von Haut, welche das Waſſer auf ſeiner Oberfläche wahrſcheinlich bildete, genauer zu unterſuchen, und zu dieſer Abſicht ſtellte er folgenden Verſuch an:

Digitized by Google

3. Er goß in ein cylindrisches Glas mit soliden Fuße von 14 Zoll Weite und 10 Zoll Höhe sehr flüssiges und klares Wasser 9½ Zoll hoch, und darüber eine Lage Aether 3 Linien dick, und brachte nun mehrere kleine Körper hinein, welche auf der Wasserfläche schweben blieben: ein Queckſilberkügelchen, 2 bis 3 Linien lange Stücke sehr feinen Silberdrahtes, und ein wenig Zinnpulver. Nachdem alles in Ruhe war, nahm er das Glas vorsichtig in die Hände, und drehete es immer in vertikaler Lage zwey- bis dreymal ziemlich schnell um seine Axe. Die kleinen auf dem Wasser schwimmenden Körper dreheten sich alle zugleich mit dem Glase, und kamen mit demselben in einerley Zeit zur Ruhe. Das flüssige Wasser unter der Oberfläche aber nahm die Kreisbewegung des Glases nicht sogleich an, und verlor sie auch nicht plötzlich, wenn er aufhörte, das Glas um seine Axe zu drehen. Kurz es hatte ganz das Ansehen, als ob sich auf der Oberfläche des Wassers eine wahre Haut befinde, welche so fest an dem Glase sitze, daß sie mit demselben zugleich sich bewegen oder ruhen müsse.

Als er die kleinen auf dem Wasser schwimmenden Körper mit einer guten Loupe durch den Aether hindurch betrachtete, konnte er kaum noch zweifeln, daß wirklich eine solche Art von Haut an der Oberfläche des Wassers vorhanden sey, besonders wenn er diese mit der Spitze einer Nadel berührte. Denn man sahe alsdann die kleinen Körper, welche von dieser Haut getragen wurden, alle zugleich erzittern.

Diesen kleinen Apparat hatte er in einem Zimmer so lange stehen gelassen, bis der Aether verdunstet war. Als er nun die Wasserfläche wiederum mit der Loupe besah, fand sie sich noch genau in demselben Zustande. Die kleinen Körper schwammen noch auf ihr, und befanden sich an denselben Stellen und in derselben Entfernung von einander.

Gebrauchte er zu diesen Versuchen ein cylindrisches Glas von einem viel größern Durchmesser, so wurden es

Digitized by Google

ihm schwer zu verhindern, daß die kleinen auf dem Wasser schwebenden Körper sich nicht vereinigen; alsdann aber durchbrachen sie die Wasserhaut, und sanken gewöhnlich bis zum Boden hinab.

In der Voraussetzung, daß die Wassertheilchen stark an einander adhäriren, meint der Herr v. Rumford, müsse es eine natürliche Folge seyn, daß an der Oberfläche des Wassers, und selbst an allen Oberflächen desselben eine Art von Haut entstehe; es mögen übrigens die kleinsten Wassertheilchen, oder vielmehr kleine flüssige Massen, die aus einer großen Menge solcher Theilchen bestehen, noch so beweglich seyn, wenn sie sich entfernt von der Oberfläche befinden, und also ihre Flüssigkeit ein freyes Spiel hat.

Um den Widerstand sichtbar zu machen, welchen die Haut an der untern Fläche einer Wasserschicht einem festen Körper entgegensetzet, welcher in dem Wasser frey hinab sinkt, stellte der Graf v. Rumford folgende Versuche an:

6. Er füllte ein kleines mit einem Fuße versehenes Glas mit ganz reinem Quecksilber bis zur Hälfte an, und goß darüber 3 Linien hoch Wasser, und über letzteres eine 2 Linien dicke Lage Aether. Als alles in Ruhe war, ließ er ein kleines Quecksilbertröpfchen von $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmesser durch den Aether hinabsinken. Es war zu schwer, um von der Wasserhaut getragen zu werden, zerriß sie daher, und sank durchs Wasser bis an die untere Fläche desselben hinab. Hier blieb es aber stehen, ohne sich mit der Quecksilbermasse zu vereinigen, auf welcher es vielmehr dem Anscheine nach ruhete, und es verlor seine Kugelgestalt selbst alsdann nicht, wenn er es mit dem Ende einer Feder hin und her bewegte, oder etwas drückte. Herr v. Rumford schließt hieraus, daß ohne Zweifel die Haut der untern Fläche der Wasserschichte die einzige Ursache sey, welche das Kügelchen verhindere, sich mit der Quecksilbermasse zu vereinigen. Weil diese Wasserhaut auf der Quecksilbermasse auflag, so war es ihm natürlich zu gedenken, daß sie ein Quecksilberkügelchen era-

Digitized by Google

gen konnte, welches wegen des zu großen Gewichtes die Haut der obern Wasserfläche durchbrach. Daß dies wirklich der wahre Grund war, warum das Queckſilberkügelchen an der untern Wasserfläche schweben blieb, davon überzeugte er ſich noch mehr, als er dieſen Verſuch wiederholte, mit dem einzigen Unterſchiede, daß er ſtatt des reinen Waſſers Waſſer nahm, in welchem Gummi Arabicum aufgelöſet war. Hier blieben viel größere Queckſilbertropfen ſchweben, weil dadurch die Klebrigkeit des Waſſers vermehrt worden war.

Nun ſtellte er den Verſuch ſo an, daß er über das Queckſilber blos eine Aetherlage brachte. Weil die Theilchen dieſer Flüſſigkeit ſehr wenig Adhäſion unter einander zu haben ſcheinen, ſo war er in der Meynung, daß die Art von Haut, welche ſich an den Oberflächen derſelben bilde, nur wenig werde tragen können. Das Reſultat dieſes Verſuchs beſtätigte auch dieſe ſeine Vermuthung vollkommen. Selbſt die kleinſten Queckſilbertröpfchen, welche er durch den Aether hinabſinken ließ, floſſen faſt immer ſogleich mit der Queckſilbermaſſe zuſammen, und es iſt ihm nie gelungen, auf der obern Fläche des Aethers ein Queckſilbertröpfchen oder das kleinſte Zinntheilchen zum Schwimmen zu bringen. Die Reſultate dieſes Verſuchs waren dieſelben, als er Alkohol ſtatt des Aethers anwendete. Die Meynung, daß die Aethertheilchen mit ſehr viel weniger Kraft an einander adhäriren, als die Waſſertheilchen unter einander, glaubte er ſchon daraus genügend zu beweiſen, daß der Aether außerordentlich ſtark verdunſte. Folgender Verſuch ſchien ihm aber hievon den entſcheidendſten Beweis zu geben.

7. Er füllte ein kleines Glas mit Queckſilber, goß darüber eine 4 Linien dicke Aetherſchicht, und blies auf ſie mit einem gewöhnlichen Haus-Blaſebalge. In weniger als 1 Minute war aller Aether verſchwunden. Als er dieſen Verſuch mit Waſſer wiederholte, hatte ſich die Menge deſſelben nach 1 Minute noch nicht merklich vermindert.

Digitized by Google

Daß überhaupt die flüssigen Materien, welche Tropfen bilden, in ihren Theilchen den möglichst größten Zusammenhang haben, beweiset schon die Bildung der Tropfen, und der Herr v. Rumford macht die sehr richtige Bemerkung, daß der Wind die Wassertheilchen viel leichter als den feinsten und leichtesten Staub entführen, und eine Ueberschwemmung verursachen würde, wenn der so starke Zusammenhang der Wassertheilchen unter einander plötzlich aufgehoben würde. Daß das Wasser in Masse beysammen bleibt, rührt blos von der starken Adhäsion der Wassertheilchen unter sich her. Sie bedeckt die Wasserfläche mit einer starken Haut, welche das Wasser schützt, daß es nicht vom Winde zerstreuet wird. Ohne diese Adhäsion würde das Wasser flüchtiger, als der Aether, und wandelbarer als der Flugsand seyn.

Auch Herr Prof. Link bemerket sehr richtig *), daß an der Oberfläche des Wassers offenbar nur Theilchen von einer Seite, von der andern keine, oder doch Theilchen von ganz anderer Art wirken, welchen man eine gleiche Wirkung nicht zuschreiben kann. Mithin ist an der Oberfläche Ziehung von einer Seite, Ungleichheit der Wirkung, folglich Hinderniß des Verschiebens, und der flüssige Körper scheint an der Oberfläche gleichsam fest. Auch bestätige dies die Erfahrung; denn Körper vom größern specifischen Gewichte als Wasser, z. B. Nadeln schwimmen auf der Oberfläche desselben, und drucken sich dabey gleichsam als eine Haut nieder. Die Meynung, daß dieses Phänomen den anhängenden Lufttheilchen als Ursache zugeschrieben wird, sey besonders dieser wegen nicht anpassend, weil man nirgends Luftbläschen entdecke, vielmehr liege die Nadel ganz über dem Wasser, und man müßte annehmen, die Luft halte sie durch ihre Adhäsion schwebend; allein einen Körper, von einem solchen Gewicht, als der Unterschied des specifischen Gewichtes von Wasser und Metall betrage, erhalte doch die Luft nirgends schwebend.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 159.

Digitized by Google

Daß die Adhäsion, oder Anziehung in der Berührung, Flächenanziehung, eine wirkliche mechanische Cohäsion sey, welche blos von der Figur der Körpertheile und ihrer wechselseitigen Anziehung abhängt, so wie dies bereits von mir unter dem Artikel: Cohäsion S. 599. angegeben ist, hat sich durch neuere Untersuchungen, besonders des Herrn de la Place vollkommen bestätiget. Da dies Phänomen blos physisch ist, und durchaus nicht a priori erkannt werden kann, so hält es oft schwer, bey Versuchen dieser Art die wahre Adhäsion zu erkennen, indem bey der Berührung verschiedenartiger materieller Stoffe eine wirkliche chemische Einwirkung gegenseitig statt haben kann. Herr Carradori behauptete daher gegen Guyton-Morveau ganz richtig, daß keinesweges die Affinität der erste Grad der Adhäsion sey; denn zwey Körper adhäriren nur alsdann, wenn keiner von beyden in Ansehung seiner innern Eigenschaften oder seiner Natur eine Aenderung leidet. Findet diese statt, so ist die Anziehung chemisch, und kann nicht mehr Adhäsion genannt werden. Es scheint zwar, als wenn bey jeder chemischen Einwirkung zweyer verschiedenartiger Materien eine gegenseitige Flächenkraft, mithin eine Adhäsion, statt finden müsse; allein im Fortgange der thätigen Kräfte ist die daher entstandene Wirkung gar sehr von derjenigen verschieden, die blos durchs Anhängen oder durch die Adhäsion entsteht. Die Wirksamkeit der chemischen Kraft schränkt sich nicht, wie die Adhäsion, auf die Oberfläche der Körper ein, sondern sie ist durchdringend.

Daß die Adhäsion eine Wirkung der anziehenden Kraft zwischen den Theilchen eines Körpers unter sich, und zwischen denen des einen gegen die eines andern, sey, hat man bisher ziemlich als allgemein angenommen. In der Art aber, wie man diese Kraft zur Erklärung aller möglichen Erscheinungen, welche von der Adhäsion abhängen, angewandt hat, ist man in Hinsicht der dazu fingirten Voraussetzungen abgewichen. Erst la Place nahm Voraussetzungen an, welche die gesammten Phä-

Digitized by Google

nomene der Adhäsion am befriedigendsten erklären. Durch eine sehr fruchtbare Anwendung der Mathematik auf diese Voraussetzungen entwickelte er in mehreren Aufsätzen die allgemeinen Gesetze aller hieher gehörigen Erscheinungen, und fand sie durch genau angestellte Versuche aufs vollkommenste bestätiget. Eine solche genaue Uebereinstimmung der Theorie mit den Erfahrungen ist in der Physik der sicherste Prüfstein, daß die Voraussetzungen, auf welchen die Theorie beruhet, als wahr angenommen werden können. Diese Bemühungen des Herrn la Place geben aber auch zugleich einen Beweis ab, daß wir am sichersten und verständlichsten die allerwichtigsten Erscheinungen in der Natur auf die dynamische Ansicht zurückführen. Da die Wirkungen der Haarröhrchen ihren Grund ebenfalls in der Kraft der Adhäsion haben, welche den bekannten hydrostatischen Gesetzen zu widersprechen scheinen, so war die so auffallende Erscheinung der Haarröhrchen der erste Gegenstand der Bearbeitung des Herrn la Place. Nachher zeigte er, daß die von ihm entwickelte Theorie über die Erscheinungen der Haarröhrchen bey allen möglichen Erscheinungen, welche von der Adhäsion abhängen, ihre Anwendung findet. Ich kann die kurze und hinreichende Darstellung dieser seiner Theorie nicht bis zu dem Artikel: Haarröhrchen versparen, weil ich sonst eine Undeutlichkeit befürchten müßte, wenn ich sie auf die in diesem Artikel vorkommenden Erscheinungen allein anwenden wollte.

Herr la Place nahm nach der fast allgemeinen Meynung an, daß die Ursache der haarröhrartigen Erscheinungen in der Anziehung liege, welche die tropfbaren Flüssigkeiten auf sich selbst, und auf Körper, die darin eingetaucht sind, ausüben. Diese allgemeine Ursache modificirte er nur dahin:

1. Daß die Wirkung der anziehenden Kraft nur in unendlich oder unmerklich kleiner Entfernung erfolge; und

a) Journal de physique, 1806. p. 120. ff.

Digitized by Google

diese Voraussetzung ist ein unterscheidender Punkt seiner Theorie. Bey dem geringsten sichtbaren Zwischenraume zwischen dem festen und flüssigen Körper hört die gegenseitige Anziehung auf, oder bringt keine merkliche Wirkung hervor:

2. Daß von der Anziehung, welche zwischen dem festen und flüssigen Körper statt findet, die Gestalt der Oberfläche des flüssigen Körpers abhänge, und diese bey den haarröhrartigen Erscheinungen einen Hauptumstand ausmache.

Wenn sich nämlich eine tropfbare Flüssigkeit in einem Gefäße befindet, so ist es gar nicht gleichgültig, ob die Oberfläche derselben eben oder hohl (concav), oder erhaben (convex) ist. Denn nicht allein der Druck, welcher durch die Schwere nach der vertikalen Richtung aller flüssigen Theile bestimmt wird, sondern auch noch besonders die gegenseitige Anziehung der kleinsten flüssigen Theile unter sich geben der Oberfläche der Flüssigkeit ihren gehörigen Stand. In dem Innern der Flüssigkeit heben sich alle diese Anziehungen der Theilchen gegen einander auf, weil sie nach allen möglichen Richtungen hin gleich sind; an der Oberfläche hingegen findet allerdings ein Unterschied statt. Es befinde sich nämlich in dem Gefäße (Fig. 2.) ABCD bis zur Höhe DC Wasser, so wird jedes Theilchen im Innern, wie z. B. a von den angrenzenden Theilchen nach allen möglichen Richtungen gleich stark angezogen, und alle Wirkungen müssen sich aufheben; daher erhält dadurch das Theilchen a kein Bestreben weder auf- noch unterwärts sich zu bewegen. Gedenkt man sich hingegen ein Wassertheilchen in der Oberfläche des Wassers, z. B. in b, so wird dieses von dem gleich unmittelbar darunter liegenden Theilchen unterwärts gezogen, und diese Wirkung wird durch keine Anziehung aufwärts aufgehoben, weil über b keine Wassertheilchen mehr befindlich sind. Daher erhält das Theilchen b außer der Kraft, welche es durch die Schwere erlangt, sich herabzubewegen, noch eine andere durch die Anziehung des zunächst

Digitized by Google

Von der erhabenen Oberfläche läßt sich leicht der Schluß auf die concave Fläche machen: bey dieser findet die Anziehung der Theilchen, welche zunächst der Oberfläche liegen, gerade auf die entgegengesetzte Art, wie bey der erhabenen statt, nämlich: die Wirkung derselben ist kleiner als bey der ebenen Fläche. Man betrachte die concave Fläche (Fig. 4.) DbC, welche von der Ebene AE in b berühret wird, und unmittelbar unter b liege das Theilchen a, so wird zwar b auf dieselbe Art, wie bey der erhabenen und ebenen Fläche durch die Anziehung von a herabgetrieben, aber die zur Seite liegenden Theilchen in der concaven Fläche sind von a weiter entfernet, als die in der ebenen, und kommen daher desto eher aus der Sphäre der Anziehung von a heraus. Mithin ist die gesammte Wirkung von a auf die concave Fläche geringer als auf die ebene: und da dasselbe von jeder andern Stelle unter der Oberfläche gilt, so ist klar, daß die concave Fläche durch die Anziehung weniger herabgetrieben wird, als die ebene. Auch hier muß der Unterschied desto größer ausfallen, je mehr die Fläche concav ist. Man kann daher ebenfalls schließen: daß die Kraft, mit welcher die Flüssigkeit durch die Anziehung niederwärts getrieben wird, sich umgekehrt wie die Krümmung der Oberfläche, oder wie die Halbmesser der Kugeln verhalte, welchen die Abschnitte zugehören.

Wenn man das Bisherige auf die haarröhrartigen Erscheinungen anwendet, so erhellet leicht, daß, wenn die anziehende Kraft der innern Fläche der Röhre und der in ihr enthaltenen tropfbaren Flüssigkeit diese letztere dahin bestimmet, um eine convexe oder erhabene Oberfläche anzunehmen, auch die Kraft, mit welcher diese Flüssigkeit herabgedruckt wird, stärker seyn müsse, als diejenige, welche auf die ebene Fläche einer gleich dicken Säule auf die äußere Flüssigkeit wirkt. Hieraus folgt also nothwendig, daß die äußere Flüssigkeit höher stehen müsse, als die im Haarröhrchen befindliche. Bestimmt dagegen die anziehende Kraft der innern Fläche der Röhre

Digitized by Google

und der in ihr enthaltenen Flüssigkeit die letztere, eine concave oder hohle Oberfläche anzunehmen, so ist die Kraft, mit welcher diese Flüssigkeit im Haarröhrchen niederwärts gedruckt wird, geringer als diejenige, welche auf die ebene Fläche der äußern Flüssigkeit wirkt; mithin muß auch die Flüssigkeit in dem Haarröhrchen höher als außerhalb stehen.

Weil nun die Stärke, mit welcher die anziehende Kraft auf die erhabene oder convexe Oberfläche wirkt, sich umgekehrt, wie die Halbmesser der Kugelabschnitte verhält, so müssen auch in Haarröhrchen von verschiedenen Weiten und von einerley Materie die Tiefen der in den Haarröhrchen herabgedruckten Säulen von dem äußern Niveau bey einerley flüssigen Materie sich umgekehrt wie diese Halbmesser verhalten. Wäre z. B. der Halbmesser des Kugelabschnittes in der einen Röhre noch einmal so groß, als in der andern, so müßte auch die Flüssigkeit in der ersten Röhre nur halb so tief unter dem äußern Niveau stehen, als in der andern Röhre.

Wenn dagegen die Flüssigkeit in dem Haarröhrchen mit einer concaven Oberfläche sich endiget, so ist die Kraft, mit welcher sie herabwärts gedruckt wird, desto geringer, je kleiner der Halbmesser des Kugelabschnittes ist, mithin auch die Höhe der Flüssigkeit im Röhrchen desto größer über dem Niveau der äußern Flüssigkeit. Daher müssen sich bey Haarröhrchen aus einerley Materie von verschiedenen Weiten in einerley Flüssigkeit die Höhen der Säulen in den Röhrchen über dem äußern Niveau ebenfalls zu einander verhalten umgekehrt wie die Halbmesser der Kugelabschnitte, welche die Flüssigkeit in den Röhrchen bildet.

Hieraus kann man nun ferner finden, wie sich der Stand der Flüssigkeit in der Röhre über oder unter dem äußern Rande derselben in Rücksicht auf die Weite oder den Durchmesser der Röhre selbst verhalte. Herr la Place hat nämlich bemerket, daß sich die Oberfläche der flüssigen Säule desto mehr einem Kugelabschnitte nähere, je enger die Röhre ist, und daß bey einerley Flüssigkeit

Digitized by Google

und einerley Materie der Haarröhrchen die Kugelabschnitte beynahe einander ähnlich wären. Das letztere lasse sich schon daraus schließen, daß, weil die Anziehung der innern Fläche der Röhre gegen die Flüssigkeit nur auf eine unmerkliche Entfernung sich erstrecke, die Weite der Röhre in Hinsicht dieser Anziehung gleichgültig sey. Denn wäre auch die Röhre noch so enge, so würde der Durchmesser derselben gegen die Weite der Anziehung immer noch zu groß seyn. Daher muß auch der Rand der Flüssigkeit gegen die innere Wand der Röhre beständig eine gleiche Neigung haben, die Röhre mag weit oder enge seyn, und hieraus folgt, daß die Kugelabschnitte, welche die Flüssigkeit in der Oberfläche bildet, einander ähnlich sind. Damit dies desto verständlicher werde, nehme man an (Fig. 5. und 6.), ABCD und DEFG wären die vertikalen Durchschnitte zweyer senkrecht stehenden Röhren, so werden die Bogen aib und ekf die Durchschnitte der erhabenen Kugelabschnitte vorstellen, welche an der Oberfläche der in den Röhren befindlichen Flüssigkeiten gebildet werden, und wozu die Halbmesser ac und eg gehören. Durch die Punkte a und e ziehe man die Tangenten ad und eh, welche folglich auf ac und eg senkrecht stehen, so stellen die Winkel dab und hef die Neigungen der Bogen bia und fke gegen die horizontalen Linien ab und ef vor. Weil nun AB, DC, EF und HG als lothrecht stehend gedacht werden, so ist

Aab = dac = R = Eef = heg, mithin auch
Aab — dab = dac — dab oder
Aad = bac, und
Eef — hef = heg — hef, oder
Eeh = feg; da nun wegen AB ∥ EF
Aad = Eeh, so muß auch
bac = feg seyn.

Weil ferner das Dreyeck acb sowohl als auch das Dreyeck egf ein gleichschenklichtes Dreyeck ist, so ist auch der Winkel cab = cba = gef = gfe, mithin der Winkel

Digitized by Google

c = g, und das Dreyeck cab ist dem Dreyeck gef, so wie der Bogen aib dem Bogen ekt ähnlich.

Der Beweis ist derselbe, wenn man statt der convexen Bogen hohle oder concave setzt. Die Aehnlichkeit der beyden genannten Dreyecke giebt

ac : eg = ab : ef.

Da nun ac und eg die Halbmesser der Kugel vorstellen, zu welchen die Kugelabschnitte, die in den Röhren durch die Flüssigkeit in der Oberfläche gebildet werden, ab und ef aber die Durchmesser der Röhren selbst sind, und nach dem obigen die Stärke, womit die Flüssigkeit in den Röhren herabgedruckt wird, umgekehrt wie die Halbmesser der Kugeln sich verhält; so folgt, daß in ungleich weiten Haarröhrchen, welche aus einerley Materie bestehen, einerley Flüssigkeit über ihrem Niveau außerhalb derselben zu Höhen aufsteigen oder unter demselben stehen bleiben muß, welche dem Durchmesser der Röhrchen umgekehrt proportional sind. Auch hat Herr la Place aus seiner Theorie dieses Gesetz entwickelt, daß zwischen zwey senkrechten und parallelen einander sehr nahen ebenen Flächen, zwischen welchen eine Flüssigkeit in die Höhe steiget, die Höhe derselben über oder unter dem Niveau im verkehrten Verhältnisse der Entfernung der beyden Ebenen von einander stehen, und genau so hoch oder so tief seyn müsse, als der Stand derselben Flüssigkeit in einem Haarröhrchen aus gleicher Materie, deren innerer Durchmesser halb so groß ist, als die Entfernung beyder Ebenen von einander. Die aus dieser Theorie hervorgegangenen Resultate, nebst andern Folgerungen, welche ähnliche Erscheinungen bestimmen, ließ Herr la Place durch neue sehr genaue Versuche prüfen, welche besonders die Herren Hay und Tremery angestellet haben. Alle diese Versuche stimmten mit der Theorie aufs vollkommenste, so daß also kein Zweifel von der Richtigkeit der Voraussetzungen, auf welche sich dieselbe gründet, übrig blieb. Herr la Place hatte bey diesen seinen ersten Bemühungen die haarröhrartigen und andern ähnlichen Er-

Digitized by Google

DCFE der zweyten Röhre vertikal aufwärts gezogen, durch die prismatische Röhre ABCD selbst, und es entsteht dadurch in der Flüssigkeit eine vertikal aufwärts gerichtete Kraft, die = Q heißen mag; diese trägt wirklich dazu bey, die in der ersten Röhre ABCD erhobene Flüssigkeit über dem Niveau der umgebenden Flüssigkeit zu erhalten.

Was die Kräfte betrifft, welche auf die in der ersten Röhre ABCD enthaltene Flüssigkeiten wirken, so finden an dem untern Theile derselben folgende Anziehungen statt: 1) die Anziehung, welche die Flüssigkeit auf sich selbst äußert; diese kommt aber hier nicht in Rechnung, weil die gegenseitigen Anziehungen der Theilchen einem Körper keine Bewegung einzudrucken vermögen, wenn er fest ist, und man unbeschadet des Gleichgewichtes sich denken kann, das Wasser der ersten Röhre sey fest geworden. 2) Das in der andern Röhre DFEC enthaltene Flüssige zieht die Flüssigkeit in der ersten Röhre herabwärts; aber es ist bereits bemerkt worden, daß die wechselseitigen Anziehungen der Flüssigkeiten in beyden Röhren sich aufheben. 3) Die äußere Flüssigkeit, welche die andere Röhre umgibt, zieht die in der ersten Röhre befindliche Flüssigkeit senkrecht herabwärts; und diese Kraft kommt wirklich in Rechnung; man setze sie = —Q, weil sie, als der vorhin gefundenen Q entgegengesetzt wirkend mit — bezeichnet werden muß. 4) Zu diesen Anziehungen kommt endlich noch eine vierte hinzu; nämlich die in der ersten Röhre ABCD enthaltene Flüssigkeit wird auch von dieser Röhre selbst in die Höhe gezogen, und zwar mit einer Kraft, welche gleichfalls = Q oder gerade so groß ist, als die Anziehung, welche eben diese Röhre auf die Flüssigkeit in der zweyten Röhre ausübet. Denn wenn man irgendwo den untern Theil der in der ersten Röhre ABCD enthaltenen Flüssigkeit horizontal abschneidet, so kann der untere abgeschnittene Theil der Röhre, welcher überall rund um mit der Flüssigkeit in Berührung ist, keine vertikal aufwärts gerichtete Anziehung auf die Flüssigkeit hervorbrin-

Digitized by Google

gen, sondern blos der oberhalb liegende Theil der Röhre vermag dies zu bewirken; mithin wirkt auch für die ganze flüssige Materie, welche in der prismatischen Röhre ABCD enthalten ist, nur der oberhalb liegende Theil der Röhre, und zwar eben so, wie die prismatische Röhre ABCD auf die in der zweyten Röhre enthaltene Flüssigkeit durch Anziehung wirkt.

Hiernach ist also die gesammte vertikale Kraft, welche die Flüssigkeit, die in dem ersten Arme ABEF des Kanals ABEHK enthalten ist, aufwärts zieht $= 2Q - Q'$. So groß ist mithin auch das Gewicht desjenigen Theils der Flüssigkeit in der Röhre, der über dem äußern Rand derselben erhoben ist, weil beyde einander das Gleichgewicht halten müssen. Wenn daher das Volumen dieses Theils der Flüssigkeit $= V$, ihre Dichtigkeit $= D$, und die Schwerkraft $= g$ gesetzet wird, so ist das Gewicht desselben $= gDV$. Demnach erhält man die Gleichung

$$gDV = 2Q - Q'.$$

Da die Anziehungen, welche hier wirksam sind, nur in unendlich kleinen Entfernungen merkbar sind, so wirken die eingetauchten Röhrenwände nur auf die ihnen äußerst nahen flüssigen Säulen, und man kann daher die Krümmung der Röhrenwände gänzlich beseitigen, und die Röhrenwand als in eine Ebene ausgebreitet ansehen. Die Kraft Q wird alsdann der Breite dieser Ebene, oder welches einerley ist, dem Umfange der innern Grundfläche der Röhre proportionirt seyn. Bezeichnet man nun diesen Umfang mit c, und sey die anziehende Kraft der Röhre gegen die Flüssigkeit an irgend einer Stelle des Umfanges $= \varrho$, so ist die gesammte Anziehung der Röhre in der ganzen Ausdehnung ihres Umfanges $= \varrho c$, und da diese mit Q ist angedeutet worden, so ist $Q = \varrho c$.

Auf eine ähnliche Art kann man $Q' = \varrho' c$ setzen, wenn ϱ' die anziehende Kraft der Flüssigkeit gegen sich selbst an irgend einer Stelle bedeutet.

Setzt man nun diese Werthe statt Q und Q' in obige Gleichung, so erhält man

Digitized by Google

$gDV = 2\varrho c - \varrho' c = (2\varrho - \varrho')c$, und hieraus findet man

$$V = \frac{(2\varrho - \varrho')c}{gD}.$$

Da nun der Ausdruck $\frac{2\varrho - \varrho'}{gD}$ bey einerley Art von Flüssigkeit und einerley Materie der Röhre unverändert bleibt, mithin als eine beständige Größe betrachtet werden kann, so folgt aus jener Gleichung dieses Gesetz:

Wenn man irgend eine prismatische Röhre mit ihrem untern Ende senkrecht in eine Flüssigkeit von unbestimmter Ausdehnung tauchet, so ist das Volumen von demjenigen Theile der Flüssigkeit, welcher durch die Wirkung der Haarröhren über das Niveau der äußern Flüssigkeit gehoben wird, gleich dem Umfange der innern Grundfläche des Prisma multipliciret mit eben gedachter beständigen Größe.

Um diese beständige Größe zu bestimmen, verlangt la Place, daß man die Erhöhung einer Flüssigkeit über ihren äußern Stand in einer sehr engen cylindrischen Röhre beobachten soll. Es sey also diese Höhe $= q$, der Halbmesser des Querschnittes der cylindrischen Röhre $= l$, und $1 : \pi$ das bekannte Verhältniß des Durchmessers zur Peripherie, so ist V sehr nahe $= l^2 \pi q$, und $c = 2l\pi$. Substituirt man diese Werthe in die vorige Gleichung für V, so ergiebt sich

$$l^2 \pi . q = \frac{2\varrho - \varrho'}{gD} . 2l\pi$$

und auf beyden Seiten durch $l\pi$ dividiret

$$lq = \frac{2\varrho - \varrho'}{gD} . 2 \text{ und}$$

$$\frac{lq}{2} = \frac{2\varrho - \varrho'}{gD}.$$

Wenn nun $2\varrho = \varrho'$, oder $\varrho = \frac{1}{2}\varrho'$ wird, so erhellet, daß alsdann $q = 0$ wird, d. h. wenn die Anziehung der

Digitized by Google

Röhre gegen die Flüssigkeit nur halb so groß ist, als die Anziehung der Flüssigkeit unter sich, so findet gar keine Erhöhung statt.

Wenn aber $2\varrho < \varrho'$, so wird q negativ, d. h. die Erhöhung verwandelt sich in eine Erniedrigung unter dem äußern Niveau der Flüssigkeit.

Mit diesem veränderten Ausdrucke ist

$$V = \frac{lq}{2} \cdot c$$

Nennt man mit la Place die Grundfläche des Canals der prismatischen Röhre $= b$, und h die mittlere Höhe aller Punkte der Oberfläche der in ihr erhobenen Flüssigkeit, so ist $V = hb$, und mithin für jede Röhre

$$h = \frac{V}{b} = \frac{lq}{2b} \cdot c$$

Man denke sich nun eine andere prismatische Röhre von gleicher Materie, deren Grundfläche der Grundfläche jener Röhre ähnlich ist, und bezeichne ein Paar gleichnahmige Seiten beyder Grundflächen mit a und α; so verhalten sich nach geometrischen Gründen die Grundflächen zu einander, wie $a^2 : \alpha^2$, und ihre Umfänge wie $a : \alpha$. Setzt man daher die mittlere Höhe der Flüssigkeit in der zweyten Röhre $= h'$, so hat man

$$h : h' = \frac{lq}{2a^2} \cdot a : \frac{lq}{2\alpha^2} \cdot \alpha$$

$$= \frac{1}{a} : \frac{1}{\alpha}$$

$$= \alpha : a \text{ d. h.}$$

die Höhen verhalten sich umgekehrt wie die gleichnahmigen Seiten der Grundflächen.

Sind die Grundflächen der Röhren ähnliche regulaire Polygone, so verhalten sich die Seiten entweder wie die größten oder wie die kleinsten Halbmesser; mithin verhalten sich die Höhen der Flüssigkeiten in solchen

Digitized by Google

Röhren umgekehrt, wie die größten oder kleinsten Halbmesser der regulairen Polygone.

Da nun die Kreise als ähnliche regulaire Polygone von unendlich vielen Seiten betrachtet werden können, so müssen sich auch in cylindrischen Haarröhren die Höhen der Flüssigkeiten über ihrem äußern Niveau umgekehrt wie die Halb- oder Durchmesser verhalten.

Auf solche Art läßt sich also auch das Hauptgesetz bey den Erscheinungen der Haarröhrchen, daß nämlich die Höhe oder Tiefe der Flüssigkeit in cylindrischen Röhren über oder unter dem äußern Niveau sich umgekehrt, wie die Durchmesser verhalte, aus diesen Formeln sehr leicht beweisen.

Ist die Grundfläche der senkrechten prismatischen Röhre ein Rechteck, dessen längere Seite $= a$, und dessen kleinere $= 2r$, so ist der Quadratinhalt der Grundfläche $= 2ra$, und der Umfang derselben $2a + 4r = 2(a + 2r)$; mithin ist die Höhe der Flüssigkeit in dem Haarröhrchen

$$h = \frac{lq}{2 \cdot 2ra} \cdot 2(a + 2r) = \frac{lq}{2ra}(a + 2r);$$

Vergleichet man hiemit die Höhe h' der Flüssigkeit in einem cylindrischen Haarröhrchen, dessen Durchmesser $= 2r$ ist, so hat man

$$h' = \frac{lq}{2r^2\pi} \cdot 2r\pi = \frac{lq}{r}, \text{ mithin}$$

$$h' : h = \frac{lq}{r} : \frac{lq}{2ra}(a + 2r)$$

$$= 1 : \frac{1}{2q}(a + 2r).$$

Ist nun $2r$ sehr klein in Vergleichung mit a, so daß es dagegen als verschwindend betrachtet werden kann, so wird

$$h' : h = 1 : \frac{1}{2a} \cdot a$$

$$= 1 : \tfrac{1}{2} \text{ d. h.}$$

Digitized by Google

die Flüssigkeit steht in der prismatischen Röhre, deren Grundfläche ein sehr kleines Rechteck ist, mit sehr ungleichen Seiten, nur halb so hoch, als in einer cylindrischen, deren Durchmesser der Grundfläche der kleinen Seite des Rechteckes gleich ist.

Nach einer der vorigen Formeln war

$$V = \frac{lq}{2} \cdot c.$$

Nimmt man nun eine andere Röhre von derselben Materie, deren innerer Umfang $= c'$, und die Menge der über dem äußern Niveau erhobenen Flüssigkeit $= v$ ist, so hat man ebenfalls

$$v = \frac{lq}{2} \cdot c'. \text{ Folglich ergiebt sich}$$

$$V : v = \frac{lq}{2} \cdot c : \frac{lq}{2} \cdot c' = c : c' \text{ d. h.}$$

die Mengen der über dem äußern Niveau erhobenen Flüssigkeiten in Haarröhrchen von einerley Materie und bey einerley Flüssigkeit verhalten sich, wie die innern Umfänge der Röhre; mithin bey cylindrischen Haarröhrchen wie die Durchmesser derselben.

Auch betrachtet Herr la Place den Fall, da eine prismatische Röhre in die andere gesteckt ist, und bestimmt den Theil der Flüssigkeit, welcher zwischen den Wänden beider erhoben wird. Ist nämlich der innere Umfang des äußern Prisma $= c$, und der äußere Umfang des innern Prisma $= c'$, so hat man

$$V = \frac{2\varrho - \varrho}{gD} \cdot (c + c') = \frac{lq}{2}(c + c').$$

Denn gesetzt, die Grundflächen beyder Prismen wären ähnliche Figuren, ihre gleichnahmigen Seiten einander parallel und in gleicher Entfernung $= l$ gestellet; so wäre die Fläche zwischen den Seiten beyder Grundflächen $= (c + c')\frac{l}{2}$. Ist nun die mittlere Höhe aller Säulen des erhobenen Theils der Flüssigkeit $= h$, so ist

Digitized by Google

$$V = hl \cdot \frac{c + c'}{2}$$

und dies ist derselbe Ausdruck, wie vorhin, wenn h statt q gesetzt wird.

Betrachtet man nach diesem Ausdrucke die Wirkung eines jeden Prisma auf die Flüssigkeit insbesondere, so ist das, was durch die Anziehung des äußern Prisma gehoben wird $= \frac{lq}{2} \cdot c$; und das, was durch die äußere Fläche des innern Prisma gehoben wird, $= \frac{lq}{2} \cdot c'$.

Hieraus läßt sich nun auch bestimmen, wie groß die Menge derjenigen Flüssigkeit ist, welche sich äußerlich um die prismatische Röhre anhäuft. Ist nämlich der äußere Umfang der Röhre $= c$, so ist diese Menge

$$V = \frac{lq}{2} \cdot c.$$

Vergleicht man dieses mit den bisher gefundenen Ausdrücken für die innerhalb der Röhre aufsteigende Menge der Flüssigkeit, so erhellet, daß dieselbe Menge, welche sich innerhalb einer Röhre erhebet, eben so groß ist, als diejenige Menge, welche sich an einer ebenen Fläche anhängt, deren Breite dem innern Umfange der Röhre gleich ist. Auch ist leicht einzusehen, daß die Menge der an eine Ebene sich anhangenden Flüssigkeit im Verhältniß der Breite der Ebene stehen müsse. Eben so ist oben bemerket worden, daß die Menge der in einer Röhre aufsteigenden Flüssigkeit im Verhältnisse des innern Umfanges der Röhre stehe.

Aus dieser Theorie suchte Herr la Place auch die mathematischen Gesetze aller möglichen in diesem Artikel: Adhäsion B. I. angeführten Erscheinungen zu entwickeln. Vormals, sagte er, hätte man nicht geahndet, daß alle diese Erscheinungen, selbst die Tropfenbildung einer flüssigen Materie von der Wirkung der Haarröhrchenkraft abhange. So viel

Digitized by Google

er wisse, sey Herr Thomas Young der erste gewesen, der diese scharfsinnige Bemerkung gemacht habe *). Zuerst hat Herr la Place die Theorie bey dieser Erscheinung entwickelt, wo zwey senkrechte und parallele, einander sehr nahe Platten, welche mit ihren untern Enden in eine Flüssigkeit eingetaucht sind, einander anziehen. Sind diese Platten von einerley Materie, so ist diese Anziehung eine Wirkung von der Haarröhrchenkraft, die Flüssigkeit mag in der Berührung mit den Platten entweder angehoben oder herabgedruckt werden. Es ist nämlich aus dem vorhergehenden klar, daß die beiden Platten unter diesen Umständen eine jede nach der andern zuwärts einen Druck leiden, der sich also bestimmen läßt. Die Flüssigkeit wird an den beiden entgegengesetzten Oberflächen jeder dieser Platten angehoben oder herabgedruckt, und zwar so, daß die obersten der angehobenen oder die tiefsten der herabgedruckten Theile in gerader und horizontaler Linie liegen. Es seyn (fig. 8.) die höchsten Stellen der angehobenen Flüssigkeit an den äußern Flächen AB und CD der mit einander parallel eingetauchten ebenen Platten a und b, so ist de horizontal. Sind nun diese Platten einander sehr nahe, so wird in den Stellen f und g über dem äußern Niveau von innen der Druck nach außen durch die anziehende Kraft, welche die Flüssigkeit erhebet, aufgehoben: folglich bleibt noch eine Wirkung von dem äußerlich aufgehobenen Theile der Flüssigkeit übrig. Diese in Gestalt einer hohlen Fläche an den Platten anliegende flüssige Masse übt gegen dieselben einen Seitendruck aus, wodurch beide gegen einander getrieben werden. Die Größe dieses Drucks bleibt beständig dieselbe, der Abstand der Platten von einander mag größer oder kleiner werden, weil die Menge und Gestalt der äußerlich angehobenen flüssigen Masse sich immer gleich bleibt, allein die Gegenwirkung von innen ist nicht immer gleich, sondern wird desto geringer, je näher die Platten an ein-

*) Philos. Transact. of the roy. Society of Lond. 1806.

Digitized by Google

anderdrucken, mithin je höher die Flüssigkeit zwischen ihnen steigt. Daher bewegen die Platten sich desto schneller gegen einander, je näher sie an einander kommen.

Um dies deutlicher einzusehen, setze man zuerst, die beiden auf der Oberfläche (fig. 9.) M N einer Flüssigkeit senkrecht eingetauchten parallelen Platten A und B wären so weit von einander entfernet, daß zwischen ihnen keine Erhebung der Flüssigkeit statt findet, sondern eine bloße Erhöhung der Flüssigkeit a c, b d und e g, f h, die auf beiden Seiten gleich ist. In einem solchen Falle also wird offenbar der Seitendruck zu beiden Seiten einer jeden Platte gleich stark seyn, und folglich keine Annäherung erfolgen.

Wenn aber die beiden parallelen Platten einander so nahe gekommen sind, daß die Flüssigkeit zwischen selbigen sich erheben kann, wie dies die fig. 8. vorstellet, so ist der Druck gegen die innern Seiten nicht mehr derselbe, wie vorhin, sondern er wird gerade um so viel geringer, als der Seitendruck der erhobenen Flüssigkeit ausmacht, oder als er betragen würde, wenn die Flüssigkeit blos ihrer Schwere überlassen wäre. Denn eben die anziehende Kraft, welche die Flüssigkeit zwischen den Platten schwebend erhält, verhindert, daß sie ihren Druck nicht ausüben kann. Je höher also die Flüssigkeit steigt, desto mehr wird der Druck der Flüssigkeit gegen die innern Seitenwände der Platten vermindert. So viel aber dieser Druck von seiner Wirksamkeit verlieret, um eben so viel beträgt der Ueberschuß, um welchen der äußere Druck gegen die Platten, der sich beständig gleich bleibt, den innern übertrifft. Daher werden die Platten mit immer größerer Stärke gegen einander getrieben, je mehr sie sich einander nähern.

Aus dieser Auseinandersetzung läßt sich nun auch sehr leicht die Größe der Kraft bestimmen, mit welcher die Platten gegen einander getrieben werden. Denn da diese Kraft gerade so viel beträgt, als das, was der Druck auf die innern Seiten durch die Erhebung der Flüssig-

Digitized by Google

keit verlieret, und dieses so viel ausmacht, als der Seitendruck der erhabenen Flüssigkeit gegen jede Seite; so ist die Kraft, mit welcher jede Platte gegen die andere getrieben wird, diesem Seitendrucke gleich. Die Größe dieses Seitendrucks aber ist nach la Place Bestimmung dem Gewichte eines Parallelepipedums gleich, dessen Grundfläche = dem oberhalb a bis an f benetzten Theile der Ebene, und dessen Höhe = ½ (hf + ha) ist. Diese Kraft wächst sehr nahe im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats des Abstandes beyder ebenen Platten von einander, wenn dieser Abstand sehr geringe ist.

Steht die Flüssigkeit zwischen den parallelen Platten tiefer, als außerhalb, so wie dies die Figur 10. vorstellet, so sieht man leicht, daß nur oberhalb des Standes der flüssigen Materie zwischen den beyden Platten von außen ein Druck gegen die Platten statt findet, und daß dieser äussere Druck desto größer werden müsse, je näher diese Platten an einander kommen, weil alsdann die Flüssigkeit zwischen den Platten immer mehr herabgedruckt wird. Durch diesen äußern Druck werden sie folglich gegen einander mit beschleunigter Bewegung getrieben, und es scheint daher, als ob sie sich anzögen. Die Größe dieses Drucks, welchen eine jede Ebene von aussen nach innen leidet, ist gleich dem Gewichte eines Parallelepipedums der flüssigen Materie, deren Grundfläche dem Theile der Ebene von g bis c, und deren Höhe gleich ist = ½ (gb + cb).

Es lehret nun aber die Erfahrung, daß zwey parallele Platten von verschiedener Materie, wovon die eine das Flüssige anhebt, und die andere dasselbe herabdruckt, sich abstoßen. Daß auch diese Erscheinung von der Haarröhrchenkraft abhänge, und mithin dies bemerkte Abstoßen nur scheinbar ist, hat Herr la Place durch Anwendung der Analyse genügend dargethan. Man denke sich nämlich den Durchschnitt, welchen eine auf beyden senkrecht stehende Vertikalebene mit der Oberfläche des Flüssigen zwischen beyden Platten macht. Diese Durchschnittslinie

Digitized by Google

hat einen Wendungspunkt, wenn beyde Platten einige Centimeter von einander abstehen. Nähert man sie einander, so ruckt der Wendungspunkt weiter nach einer von ihnen hin; und zwar nach der Platte, welche das Flüssige herabdruckt, im Fall an den äußern Seiten das Flüssige mehr angehoben, als herabgedruckt ist, dagegen nach der, welche das Flüssige anhebt, im umgekehrten Falle. Immer bleibt der Wendungspunkt in dem Niveau des Flüssigen, welches sich in dem Gefäße befindet, in welches die Platten eingetaucht sind, und immer steht das Flüssige an der innern Seite der Platten an der einen weniger hoch, an der andern weniger tief, als an den äußern Seiten. In diesem Zustande scheinen die Platten einander abzustoßen; und dies findet bey großer Näherung derselben so lange statt, als noch ein Wendungspunkt vorhanden ist. Zuletzt fällt dieser in eine der beyden innern Seitenflächen der Platten. Auch über diese Grenze hinaus findet noch eine Abstoßung statt, endlich aber wird sie bey weiterer Annäherung der Platten an einander Null, und verwandelt sich in Anziehung. In diesem Augenblicke steht das Flüssige an der innern und äußern Seite der näßbaren Platten in gleichen Höhen über dem Niveau; und an der andern Platte steht es an der innern Seite eben so hoch über, als an der äußern Seite unter dem Niveau. Das Abstoßen verwandelt sich so in ein Anziehen für beyde Platten in demselben Augenblicke. Nähert man sie einander noch mehr, so ziehen sie sich wirklich an, und kommen mit einander durch beschleunigte Bewegung in Berührung. Die Platten geben auf diese Art die merkwürdige Erscheinung einer auf sehr kleine Entfernungen beschränkten Anziehung, die sich über eine gewisse Grenze hinaus in Abstoßung verwandelt. Indeß gibt es einen Fall, wo die Platten sich in jeder auch noch so kleinen Entfernung von einander abstoßen; wenn nämlich die Größe, um welche die eine das Flüssige anhebt, genau der gleich ist, um welche die andere dasselbe niederdruckt. Die flüssige Oberfläche zwischen beyden Platten

Digitized by Google

hat dann immer eine Wendungslinie, und diese liegt in ihrer Mitte.

Die Stärke der Anziehung und Zurückstoßung beyder Platten wird durch folgendes Theorem bestimmt: die Ebenen mögen aus noch so verschiedenen Materien bestehen, so ist doch die Kraft, welche jeder Ebene antreibt, sich der andern zu nähern, gleich dem Gewichte eines aus dem umgebenden Flüssigen gebildeten Prisma's, dessen Höhe gleich ist derjenigen, um welche das Flüssige an der innern Seite der Ebene und in der Berührung mit derselben höher steht, als an der äußern Seite, dessen Breite gleich ist der halben Summe der Erhebungen an der innern und äußern Seite der Ebene, und dessen Länge gleich ist der horizontalen Länge beyder Ebenen, die als gleich angenommen werden. Die Vertiefungen unter dem Niveau werden als negative Erhebungen angesehen, und die Anziehung verwandelt sich in ein Zurückstoßen, wenn das Produkt der drey als Dimensionen des Prisma's angegebenen Größen negativ ist.

Sind die Platten einander sehr nahe, so ist die Höhe, um welche das Flüssige zwischen ihnen angehoben ist, ihrem Abstande von einander verkehrt proportional, und gleich der halben Summe der Anhebungen, die statt finden würden, wenn die beyden Platten einmal aus der Materie der ersten, und das zweytemal aus der Materie der andern Platte bestünden. Auch hier muß die Anhebung negativ gesetzt werden, wenn eine Vertiefung statt findet.

Um dies auffallende Phänomen des Abstoßens, welches sich bey vermehrter Annäherung in ein Anziehen verwandelt, in der Erfahrung zu prüfen, bat la Place Herrn Hauy, Versuche dieser Art anzustellen. Dieser unternahm dergleichen mit Platten von Elfenbein, und mit Blättern von venetianischem Talk. Durch diese Versuche wurde des Herrn la Place Theorie aufs vollkommenste bestätiget.

Ferner wendete Herr la Place seine Theorie der Haarröhrchenkraft auf die Bestimmung der Adhäsion

Digitized by Google

einer Platte an, welche mit der Oberfläche einer stillstehenden flüssigen Masse in Berührung kommt. Es ist bekannt, daß eine solche mit der Oberfläche einer Flüssigkeit in Berührung gekommene Platte ohne beträchtlichen Widerstand von selbiger nicht abgerissen werden kann. Sobald nämlich die Platte gehoben wird, wird zugleich eine flüssige Säule mit erhoben, welche jener bis zu einer gewissen Grenze folget, und sich dann von ihr trennt. An dieser Grenze könnte die flüssige Säule im Gleichgewichte erhalten werden, wenn die Kraft, welche die Platte hebt, genau diesem Zustande des Gleichgewichts angemessen wäre; und dies würde erfolgen, wenn die Kraft so groß wäre, als das Gewicht der Platte und der gehobenen flüssigen Säule zusammen genommen.

Es sey (Fig. 11.) AB eine kreisförmige Scheibe, welche horizontal bis zu der eben angeführten Grenze erhoben ist; MNBA sey ein vertikaler durch den Mittelpunkt E der Scheibe gehender Schnitt, so ist ACM oder BDN die krumme Linie, welche durch die Umdrehung der Scheibe um die senkrechte Axe EF als um eine Axe die Oberfläche der gehobenen flüssigen Säule bestimmt. In dem Innern dieser flüssigen Säule denke man sich einen sehr kleinen Kanal, der in der Ebene ihrer größten Verengerung in horizontaler Lage anfange, sich dann herabwärts krümme, endlich bis zum Niveau der Flüssigkeit im Gefäße herab gehe, und hier wieder horizontal wird. Es erhellet aber, daß, wenn jene flüssige Säule im Gleichgewichte ist, die Haarröhrenkraft, welche von der Gestalt der Oberfläche des Flüssigen herrühret, dem Gewichte des Flüssigen in dem senkrechten Arme des Kanals gleich seyn muß. Wird die Scheibe höher gehoben, so erhält dieses Gewicht die Oberhand über die Haarröhrenkraft, und nun trennt sich die flüssige Säule von der kreisförmigen Scheibe. Das Gewicht der angehobenen flüssigen Säule im Zustande des Gleichgewichtes dient also dem Widerstande, der sich beym Losreißen der Scheibe äußert, zum Maaße. Herr la Place hat durch die Analyse

Digitized by Google

gefunden, daß, wenn die kreisrunde Scheibe einen beträchtlichen Durchmesser hat, dieses Gewicht dem von einem Cylinder der Flüssigkeit gleich ist, der die Oberfläche der Scheibe zur Grundfläche hat, und dessen Höhe gleich ist der Quadratwurzel der in Millimeter bekannten Höhe, bis zu welcher nämlich in einer Haarröhre aus derselben Materie von 1 Millimeter Weite, zusteigt. Die untere Fläche der Scheibe ist eine berührende Ebene für die Oberfläche der Flüssigkeit. Wenn die beyden Oberflächen einander schnitten, so müßte diese Zahl noch mit dem Cosinus des halben spitzen Winkels, unter welchem beyde sich schneiden, multiplicirt, und mit der Quadratwurzel des Cosinus dieses ganzen Winkels dividiret werden.

Bey solchen kleinen festen Körpern, welche auf der Oberfläche der Flüssigkeiten schweben bleiben, ist das allgemeine Gesetz für alle diese Erscheinungen: Wenn man einen festen Körper auf eine Flüssigkeit bringt, welche durch die Haarröhrchenkraft um ihn entweder niedergedruckt oder erhoben wird, so ist der Gewichtsverlust desselben im ersten Falle größer, im zweyten Falle kleiner, als das Gewicht eines flüssigen Volumens, welches dem unter dem Niveau eingesenkten Theile des Körpers gleich ist, und zwar um das Gewicht des durch die Haarröhrchenkraft des Körpers niedergedruckten oder angehobenen Volumens der Flüssigkeit. Wenn der feste Körper ganz untergetauchet ist, so verschwindet alle Haarröhrchenwirkung, und dieses Gesetz verwandelt sich in das bekannte hydrostatische. Der Beweis dieses Gesetzes beruhet darauf, daß die flüssige Säule unter dem Körper den nebenstehenden flüssigen Säulen das Gleichgewicht nicht halten könnte, wenn nicht der feste eingetauchte Körper, im Fall er das Flüssige herabdruckt, auf Kosten seines Gewichtes die leere compensirte, welche er durch die haarröhrenartige Wirkung hervorbringt; und, im Fall er das Flüssige anhebt, auf Kosten seines geringern specifischen Gewichtes, das Gewicht der angehobenen Flüssigkeit ausgleichet.

Digitized by Google

Die haarröhrenartige Wirkung strebt im ersten Falle den Körper emporzuheben, und dieser kann an der Oberfläche der Flüssigkeit schweben bleiben, wenn er gleich specifisch schwerer, als das Flüssige wäre; im zweyten Falle aber strebt sie den Körper in das Flüssige hinabzuziehen.

Ein kleiner sehr feiner Stahldraht, welcher durch einen Firnißüberzug oder durch eine dünne Lage Luft um ihn her, gegen das Näßen geschützt ist, bleibt auf solche Art auf der Wasserfläche schweben, und wird vom Wasser getragen. Legt man zwey solche feine Stahldrähte neben einander auf die Wasserfläche, so daß beyde sich berühren, daß aber das Ende des einen über das des andern heraus reicht, so sieht man sie sogleich neben einander hingleiten, bis ihre Theile neben einander liegen. Der Grund hievon ist leicht einzusehen. An den sich berührenden Theilen der beyden Drähte wird das Flüssige durch die Haarröhrchenkraft tiefer, als an den andern Enden herabgedruckt. Die Basis dieser letztern Theile wird folglich stärker gedruckt, als die Basis der andern Theile, weil das Flüssige dort höher steht; jeder der beyden Drähte strebt also mit dem andern immer mehr, seiner ganzen Länge nach in Berührung zu kommen. Da aber beschleunigende Kräfte ein System von Körpern, welches nicht im Gleichgewichte ist, stets über die Lage des Gleichgewichts hinausführen, so wird jeder der beyden Drähte abwechselnd mit dem einen Ende und dann wieder mit dem andern Ende über den andern Draht hinausgehen; wegen des Widerstandes, den sie leiden, werden diese Schwingungen immer schwächer, und wenn sie endlich ganz aufhören, so liegen die Enden der beyden Drähte neben einander.

Aus den bisherigen sehr glücklichen Untersuchungen des Herrn la Place erhellet, daß der wahre Grund aller Erscheinungen, welche von der Adhäsion der Körper abhängen, in einer anziehenden Flächenkraft liegt, welche so wohl die flüssigen Theile gegen einander, als auch gegen die Fläche eines festen Körpers äußern, wie auch

Digitized by Google

schon die ältern Naturforscher angenommen haben. Dem Herrn la Place gebühret aber das Verdienst, durch die Anwendung der tiefsten Analyse alle Umstände, welche nur immer bey diesen Erscheinungen vorkommen können, aufs genaueste entwickelt zu haben, und es ist folglich dieser Gegenstand durch seine Bemühung zu einem Grade der Gewißheit gekommen, welchen man bey sehr wenigen bekannten physischen Erscheinungen findet. Da Herr la Place in der Auffindung der allgemeinen Gesetze aller von der Haarröhrchenkraft abhangenden Phänomene so glücklich war, so daß sie durch die sorgfältig angestellten Versuche durch die Herren Hauy und Gay-Lussac aufs vollkommenste bestätiget wurden; so glaubte er, daß diese Kraft sogar der Grund der gesammten chemischen Verwandtschaften wäre. Nach seiner Meinung werden die Wirkungen dirser in unmerklicher Entfernung wirkenden anziehenden Kraft (Flächenkraft) durch die Figur der kleinsten Theile der Körper, durch die Wärme und durch andere Ursachen modificirt, und die Untersuchung dieser Ursachen und der Umstände, unter welchen sie sich entwickeln, ist der feinste und schwierigste Theil der Chemie; er macht die Philosophie dieser Wissenschaft aus, indem er uns die innere Natur der Körper, das Gesetz der Anziehung ihrer Theilchen, und das Gesetz der fremden auf sie wirkenden Kräfte, so weit dies möglich ist, kennen lehret. Des Herrn la Place Theorie über die Wirkung der Haarröhrchenkraft ist aber durchaus blos auf mechanische Sätze gegründet, und es ist, wie ich bereits oben bemerket habe, die chemische Anziehung von der mechanischen gar sehr verschieden. Die chemischen Anziehungen, welche die Verwandtschaften verschiedener Stoffe gegen einander in der Berührung haben, sind durchdringend, und mit einer Qualitätsveränderung verbunden. Wenn hierbey eine vollständige Auflösung statt findet, so erfolget dabey offenbar eine völlige Durchdringung der gegenseitig einwirkenden ungleichartigen Materien. Will man aber auch diesen Vorgang eine Verwandtschaft nen-

Digitized by Google

nen, wo gleichartige Materien in der Berührung anziehende Kraft gegen einander ausüben, wie z. B. die Tropfenbildung aller fremdlosen Materien, so ist gar kein Zweifel, daß diese Verwandtschaft blos eine Wirkung der Haarröhrchenkraft mithin mechanisch ist. Bey chemischen Verbindungen wirket aber sehr wahrscheinlich nicht allein die anziehende, sondern auch die zurückstoßende Kraft, und beyde geben im Conflict ihrer Wirkungen eine mittlere anziehende Kraft, welche die Theilchen der durchdrungenen Materien in ganz andere Lagen formen, als sie für sich ohne gegenseitige Einwirkung waren. Denn offenbar kann die mechanische Wirkung der Körper auf einander keinen dritten Körper hervorbringen, der ganz andere Eigenschaften besitzet, als jeder Körper vor der Berührung für sich hatte.

Indessen führet doch Herr Prof. Ermann mehrere Versuche an, aus welchen das gleichzeitige Entstehen von mechanischer Cohärenz (Adhäsion) und chemischer Verwandtschaft deutlich hervorgehen soll *). Dabey bemerket er aber zugleich, daß er noch über gewisse Details seiner Erklärungen der von ihm angeführten höchst problematischen Erscheinungen einige Zweifel hege, welche nur durch fortgesetzte Prüfung gelöset werden könnten.

Wenn im galvanischen Prozeß chemische Verwandtschaften erreget werden, entstehen zugleich Intensitäten der Flächenanziehung. Dadurch, sagt Herr Ermann, erhalte der vermuthete Zusammenhang zwischen Adhäsion und chemischer Verwandtschaft eine bedeutende Bestätigung. Es sey Grund da zu vermuthen, daß im galvanischen Prozeß Anziehungen in bemerkbarer Ferne mit Flächenanziehung gemeinschaftlich wirkten. Vermehrte Flächenanziehung und erhöhete wechselseitige Anziehung der Grundmassen, welche in ganz bestimmten polarisirenden Punkten entstehen, wären daher das unmittelbare physische Produkt: das chemische Produkt hinge damit

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXII. S. 261. u. f.

Digitized by Google

zusammen durch das allgemeine Band, welches Adhäsion an Verwandschaft knüpfe. Sofern nun diese Resultate blos die Flächenanziehung beträfen, schienen sie ihm durch diese Beobachtungen faktisch erwiesen zu seyn; so fern sie dagegen die Anziehung in bemerkbarer Entfernung beträfen, und auf Annahme einer Mitwirkung derselben beruheten, halte er sie noch für problematisch.

Herr Ermann hatte an eine sehr empfindliche Wage eine gut centrirte Adhäsionsplatte mittelst eines Metallfadens gehängt, unter derselben eine flache metallene Schale mit einer geringen Menge Wasser gestellt, die Platte mit dem Wasser in Berührung gebracht, und in die Wagschale an dem andern Arm so viel Gewichte gelegt, daß die ganze unter ihr vorhandene Wassermenge sich in Form eines Cylinders aufhäufte, welcher dem Abreißen sehr nahe war. Die Wage verband er mit dem einen, und die Schale mit dem entgegengesetzten Pole einer starken elektrischen Säule, welche in zwey gleichen noch unverbundenen Theilen aufgebauet war. Nachdem er nun diese gleichmäßig getheilte Säule mittelst eines Hebels geschlossen hatte; so erwartete er, daß durch vermehrte Adhäsion der Metalle an das Wasser, welches sie nunmehr zersetzten, die Basis des Wassercylinders sich erweitern, und die Platte mit sich herunterziehen würde. Allein die Adhäsionsplatte blieb an beyden Polen bey Schließung des Kreises in der vollkommensten Ruhe. Auch konnte er keinen Gewichtsunterschied wahrnehmen, um die Platte in diesem und dem gewöhnlichen Zustande abzureißen. Als er aber diese Zusammenstellung so abänderte, daß er statt der metallenen Schale eine Quecksilberfläche mit einer sehr dünnen Wasserschichte nahm, so zeigte sich die erwartete Wirkung mit der größten Bestimmtheit. Die Basis des erhobenen Wassercylinders breitete sich auf der Quecksilberfläche aus, und indem sie von der Peripherie der Adhäsionsplatte rund umher hervorschnellte, zog sie die Platte herunter. Indeß war diese Bewegung mehr ein Stoß oder ein Zucken zu

Digitized by Google

nennen, als ein dauernder Ausschlag; denn kurz nachher, als der Kreis geschlossen war, ging der Balken beynahe wieder in seinen vorigen Stand zurück. Der im Moment des Schließens mitgetheilte Stoß war so lebhaft und deutlich, daß die entgegengesetzte Schale dadurch meistentheils in pendelartige Bewegung gerieth, und daß die Zunge der Wage 3 bis 4 Grade ihres Bogens durchlief. Die anderweitigen Erscheinungen dieses Phänomens sind aber sehr verschieden, je nachdem man die Quecksilberfläche positiv und oxygenirend, oder negativ und hydrogenirend gemacht hat.

Wenn der negative Draht in das Quecksilber reicht, und die Platte die Verlängerung des positiven Pols vorstellt; so ist die Bewegung im Momente der Schließung etwas lebhafter, das Wasser springt schneller hervor, und breitet sich auf der Quecksilberfläche weiter aus. Während des Geschlossenseyns strömt es unaufhörlich hin und zurück, nach der Richtung der Halbmesser der Adhäsionsplatte. Selbst die Quecksilberfläche geräth hierdurch in eine Bewegung. In dem Augenblicke, als man den Kreis öffnet, schnellt das Wasser unter die Platte zurück mit einer solchen Beschleunigung, daß die Platte jedesmal losreißet, und daher die Wage nach der entgegengesetzten Richtung umschläget. Bleibt aber der Kreis zu lange geschlossen, so reißt die Platte ebenfalls zuletzt ab, jedoch aus einem ganz andern Grunde, weil nämlich mit der Zeit Wasserstoffblasen an der Quecksilberfläche entstehen, welche die Menge der Berührungspunkte derselben mit dem Wasser allmählig vermindern.

Wenn dagegen der positive Draht in das Quecksilber reicht, und die Adhäsionsplatte mit dem negativen Pol verbunden ist, so ist der Stoß, den die Wage beym Schließen erleidet, um etwas weniger schwächer, und die Basis des Wassercylinders dehnt sich nicht so frey aus. Der merkwürdige Unterschied ist aber, daß in diesem Falle durchaus kein Hin- und Herströmen des Wassers statt findet. Das Wasser liegt vielmehr wie erstarrt auf

Digitized by Google

dem mit einem Schleyer von Oxyd belegten Queckſilber, und tritt bey Oeffnung des Kreiſes nie in die vorigen Dimenſionen wieder zurück. Daher auch die Wage durchaus keine Spur einer Trennungszuckung zeigt, ungeachtet dieſe im vorigen Falle mit ſo ausgezeichneter Stärke erſcheint.

Dieſe Verſuche ſowohl, als auch die nachfolgenden wurden mit und ohne Iſolirung angeſtellt, und es zeigte ſich, daß dieſer Umſtand nicht den mindeſten Einfluß auf die Qualität und Quantität der Bewegungen hat. Hieraus iſt klar, daß hier der Einfluß der gewöhnlichen elektrometriſchen Anziehung gar nicht in Betrachtung kommen kann.

Bringt man auf eine reine Queckſilberfläche eine geringe Waſſermenge ſo an, daß ſie auf ſelbiger eine Halbkugel von 3 bis 4 Linien im Durchmeſſer bildet, führet alsdann den negativen Polardraht in das Queckſilber und den poſitiven in das Waſſer; ſo plattet ſich bey Schließung des Kreiſes die Waſſerhalbkugel ſo ab, daß ihr Durchmeſſer wenigſtens das Doppelte des vorigen beträgt. In dieſem Zuſtande beharrt das Waſſer, ſo lange der Kreis geſchloſſen bleibt; ſobald man ihn aber öffnet, ſpringt es augenblicklich in ſeine vorige Dimenſion zurück, und rundet ſich wieder in ſich ſelbſt, ſo wie es dem Uebermaße ſeiner eigenthümlichen Cohärenz, über ſeine gewöhnliche Adhäſion mit dem nicht-elektriſirten Queckſilber gemäs iſt. Herr Ermann ſchließt daraus, daß derſelbe Act, welcher dem Queckſilber eine zerſetzende Verwandtſchaft zum Waſſer ertheile, zugleich oder vorläufig eine erhöhete Flächenanziehung beyder Flüſſigkeiten bewirke. — Wenn im erſten Moment der Schließung die Theilchen des Waſſers durch vermehrte Flächenanziehung auf der Queckſilberfläche in einem größern Raume zerfließen, ſo ſieht man ſie doch im folgenden Momente von dieſer erweiterten Peripherie gegen den Mittelpunkt zurückſtrömen, und auf dieſe Art erfolget im jeden folgenden Momente eine ſchwingende Bewegung der Waſſertheilchen, gleichſam als ob ſie vom

Digitized by Google

Mittelpunkte zurückgestoßen, und wieder nach demselben angezogen würden. Dieses periodische Hin- und Herosciliiren in der Richtung der Halbmesser des Kreises währt unaufhörlich fort mit derselben Intensität für alle Theilchen des Wassers, so lange die Schließung dauert. Ja selbst nach mehreren Stunden findet man es noch ohne die geringste Abnahme, eben so, als es im ersten Momente des Entstehens sich zeigt. Bey diesem Versuche war der Polardraht mitten in die Wassermasse geführet, so daß er tief in ihr Innerstes hineinreichte. Herr Ermann änderte dies dahin ab, daß dieser Draht nur eben so in Berührung mit dem Scheitelpunkte des auf Quecksilber oscillirenden Wassertropfens erhalten wurde. In dieser Veränderung zeigte sich in allen vorhin erwähnten Bewegungen eine auffallende Energie und Intensität. Die ganze Wassermasse wird in senkrechter Richtung hinauf und hinab geschleudert: sie spritzt mächtig an den Polardraht hinauf, meistens in einer Höhe von einem halben Zolle und darüber. Zugleich expandirt und contrahirt sie sich abwechselnd eben so gewaltig in horizontaler Richtung. Die Schnelligkeit dieses höchst auffallenden Wellenschlags ist so groß, daß selbst ein geübtes Auge nicht die jeder Sekunde zukommende Zahl der Oscillationen auffassen kann. Hierbey geräth die ganze auch noch so große Fläche des Queckſilbers in consensuelle ringförmige Undulationen; und das Merkwürdigste dieser Erscheinung ist die unausgesetzte Dauer dieser mächtigen Bewegungen, die nie von selbst aufhören, noch sich vermindern. Nach vielen Stunden findet man ihren Rythmus und ihre Intensität noch ganz dieselben wie im Momente der Schließung. Herr Ermann fand wenigstens nicht, daß selbst bey kräftigen Säulen von 200 Zink und Silber, das an der Quecksilberfläche späterhin erzeugte Wasserstoffgas ein wahrnehmbares Hinderniß derselben abgegeben hätte, da durch die rasche Bewegung die Gasblasen stets von der Fläche abgerissen werden. Wenn der Wassertropfen statt auf einer reinen Queckſilberfläche auf eine starre Metallfläche gebracht

Digitized by Google

wurde, so fand sich durchaus keine Spur von einer Abplattung desselben, mithin auch nicht die mindeste Oscillation. Herr Ermann macht daher den Schluß, daß die durch vermehrte Adhäsion wechselseitig veränderte Krümmung der Wasser- und Queckſilberfläche nicht von einer gewöhnlichen electrometriſchen Anziehung, und daß die oscillirende Bewegung nebſt den übrigen Erſcheinungen von derſelben Kraft abhänge, welche dieſe Krümmung verurſachet. — Aber ſelbſt beym Queckſilber wird noch außerdem eine vollkommene Glätte und Verſchiebbarkeit der Oberfläche zur Erzeugung der Undulationen erfordert. Bringt man daher in den vorigen Verſuchen den poſitiven Draht in das Queckſilber, und den negativen ins Waſſer, ſo zeigt ſich von allen angeführten Erſcheinungen nur eine einzige. Die in ſich ſelbſt gerundete Waſſermaſſe verliert nämlich ihre ganze Convexität, und plattet ſich eben ſo ab, als auf dem negativen Queckſilber. Es wird daher die Flächenanziehung im galvaniſchen Prozeſſe an beyden Polen gleich erhöhet, wie dies auch erfolgen muß, weil an beyden Polen das Metall waſſerzerſetzende Eigenſchaft erlangt. Weil aber in der letzten Zuſammenſtellung das Queckſilber ſich im Moment mit einem feinen Ueberzuge von Oxyd überzieht, ſo verliert die Oberfläche deſſelben die Beweglichkeit, welche ſie haben muß, um ſich in der erhöheten Convexität zu ſtellen, von welcher nachher die übrigen Erſcheinungen durch Anziehung in der Ferne abhängen. In der That ſieht man die einmal abgeplattete Waſſermaſſe auf der Queckſilberfläche wie erſtarrt da liegen, ohne innere zu bemerkende Oscillationen ihrer Theilchen; und was noch auffallender iſt, ohne daß ſie ſich im mindeſten ihrer vorigen Convexität wieder nähert, wenn der Kreis geöffnet wird. Nur bemerkt man, daß von Zeit zu Zeit, in bedeutenden Zwiſchenzeiten, die gebildete Oxydſchicht durch das Waſſer ſeitwärts fortgeſchoben wird.

Alles hier angeführte tritt auch ein, ſelbſt auf dem negativen Queckſilber, wenn man ſtatt des Waſſers irgend

Digitized by Google

eine andere Flüssigkeit nimmt, die bey Schließung des Kreises einen Niederschlag auf das negative Metall bildet. Schwefelsaures Eisen oder auch eine Auflösung von Schwefelalkali dehnen sich daher auf dem negativen Quecksilber aus, ohne daß sich im Innern eine Oscillation der Theilchen wahrnehmen ließe. Auch stellt sich bey ihnen die Convexität des Tropfens beym Oeffnen des Kreises durchaus nie wieder her.

Wenn man statt des Wassers zu den vorigen Versuchen Schwefelsäure nimmt, so zerfließt diese auf der Quecksilberfläche, so bald sie auf selbige gebracht wird. Führt man alsdann den negativen Polardraht in das Quecksilber, und berührt mit dem positiven Polardrahte irgend einen Punkt der Schwefelsäure, jedoch ohne auf das darunter liegende Quecksilber zu kommen, so strömen im Moment der Schließung die Theilchen der Säure zusammen, und vereinigen sich mit unglaublicher Geschwindigkeit in eine einzige Masse, da, wo die Quecksilberfläche den negativen Pol repräsentirt, d. h. um und unter dem positiven Draht. Die Adhäsion, welche vorher die Theilchen der Säure auf alle Punkte der Quecksilberfläche gleichförmig zerstreuete, ist demnach durch Erweckung der galvanisch-chemischen Polarität in der Region des Quecksilbers, die den Pol repräsentirt, vorzüglich gesteigert worden, so daß nunmehr alle Säure gegen diesen Mittelpunkt hinströmt. Sobald der Kreis geöffnet wird, zieht sich die Säure mit bedeutender Beschleunigung zurück, und verbreitet sich wieder als völlig indifferent über die ganze Quecksilberfläche.

Herr Ermann hatte ferner in eine Glasröhre, welche ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie im Lichte hatte, einen Quecksilbertropfen hineingezogen, welcher einen 3 bis 4 Linien hohen Cylinder darin bildete. Die beyden leer gebliebenen Enden der Glasröhre hatte er mit Wasser angefüllt, und sie durch Polardrähte mit einer noch ungeschlossenen elektrischen Säule verbunden. Gleich nach der Schließung derselben dehnte sich das Quecksilber merklich aus, und

Digitized by Google

man sah ganz deutlich das Wasser durch vermehrte Adhäsion in den haarröhrartigen Raum zwischen das Metall und die Wände der Röhre eindringen, und bey Oeffnung des Kreises, aus diesem Raume mit beschleunigter Bewegung heraus schnellen. Der positiv gewordene Theil des Queckſilbercylinders aber erschien im ersten Momente der Schließung wie erstarrt mit Erzeugung eines Ueberzugs, der bald darauf einige höhere Grade der Oxydation durchlief. Nach einigen Minuten brach plötzlich die Oxydoinde im Mittelpunkte ihrer convexen Fläche, die Bruchstücke derselben zogen sich durch das Andringen des Wassers mit starker Beschleunigung in den haarröhrartigen Raum zwischen das Metall und die Glaswände zurück, und das reguliniſche Metall blinkte am positiven Pol mit dem schönsten Glanze. Bald darauf erzeugte sich eine neue Oxydlage, worauf ein neues Blinken erfolgte und so fort. Bey jedem Brechen der Oxydkruste gleitet der ganze Queckſilbercylinder um ½ Linie ungefähr vorwärts, nach der Richtung seines Oxydpols, d. h. gegen den negativen Polardraht der Säule. Und so durchläuft das Queckſilber in kurzer Zeit die ganze Hälfte der Röhre, und bezeichnet jeden seiner gethanen Schritte durch die Trümmer der Oxydschicht, die an den Glaswänden adhäriren. Die Verlängerung und die fortschreitende Bewegung des Queckſilbercylinders lassen sich nach Herrn Ermann, allenfalls durch die blos erhöhete Adhäsion, und durch das daraus entspringende Eindringen des Wassers in den Haarröhrchen-Raum erklären; da man aber ganz ähnliche, nur nicht so deutlich wahrnehmbare, Bewegungen an einem unter Wasser, der Einwirkung der Polardrähte ausgesetzten, freyliegenden Queckſilbertropfen erblicke, so scheine hier auch eine Anziehung in der Entfernung mit im Spiele zu seyn.

Von allen diesen angeführten Erscheinungen fand auch nicht eine einzige statt, wenn Herr Ermann die Electricität der gewöhnlichen Maschine statt der Säule anwendete. Wasser und Queckſilber beharrten in ihrem vorigen

Digitized by Google

Zustande und in der vollkommensten Ruhe, so wohl am ersten Leiter der Maschine, als unter Einwirkung der im Ladungsprozesse begriffenen Flasche. Denn die bey der Entladung entstehende gewaltsame Erschütterung scheint mit den Erscheinungen nichts Gemeinschaftliches zu haben, da sie bey ganz starren Körpern eben wie bey den tropfbar flüssigen statt findet.

Alle hieher gehörige sehr merkwürdige Phänomene, welche bey fortgesetzter Untersuchung nach Herrn Ermann wichtige Aufschlüsse über den Zusammenhang der Flächenanziehung mit der chemischen Verwandtschaft zu geben schienen, machen eine eigenthümliche Klasse aus. Sie haben alle einen gemeinschaftlichen Charakter, sie zeigen alle mannigfaltige Curven, welche für jeden besondern Fall mit regelmäßiger Bestimmtheit durch eine mechanische Einwirkung der electrischen Säule auf tropfbare Flüssigkeiten entstehen, deren unmittelbarer Grund nicht durch die Sinne wahrgenommen wird. Herr Ermann hat ihnen den Namen galvanische Adhäsionsfiguren, oder kürzer, galvanische Figuren, beygeleget, und vorläufig einige bekannt gemacht. Die Fig. 12, 13, 14 stellen sie vor, wo der innere ausgezogene Kreis die Queckſilberfläche, und der äußere punktirte Kreis die darüber gegossene dünne Schichte einer andern gegebenen Flüssigkeit, wie sie am Rande der Schale steht, vorstellet. Die mit + und — bezeichneten Punkte sind die Stellen, an welchen die Polardrähte in diese Flüssigkeit hineinragen, ohne das Queckſilber zu berühren. Bringt man nämlich zuerst über reines in einer Schale von 4 bis 5 Zoll im Durchmesser befindliches Queckſilber eine sehr dünne Schichte Schwefelsäure, so wird diese im Momente der Schließung mit Heftigkeit in geschlängelten Striemen, wie sie die divergirenden Pfeile in Fig. 12 darstellen, vom — Punkte aus, so fortgeschleudert, daß die Queckſilberfläche ganz rein und wie trocken erscheinet. Durch die Heftigkeit dieses Stoßes häufet sich die Schwefelsäure zu einem Damme ab an, der die Richtung des

Digitized by Google

Hauptstromes senkrecht in geschlängerter Linie durchschneidet. Die Oberfläche dieses Dammes so wohl, als die des dahinter liegenden Queckſilbers, erscheinet in vollkommener Ruhe. Streuet man sehr leichte Körper in die Schwefelsäure, so sieht man ganz deutlich, daß der eigenthümliche Sitz aller Bewegungen blos die gemeinschaftliche Berührungsfläche der beyden Flüssigkeiten ist, und daß folglich ihr Grund in ihrer wechselseitigen Anziehung zu suchen sey. Die eingestreueten leichten Körpertheilchen werden von den Striemen mit der größten Schnelligkeit unter den Damm hingeschleudert, und kommen an dem entgegengesetzten Rand des Queckſilbers wieder zum Vorschein, von wo sie längs den rückwärts gehenden Seitenästen nach dem Ursprunge der Hauptströmung herumgeführet werden, wo dann derselbe Kreislauf mit erneuerter Beschleunigung beginnt. Die Oberfläche der Schwefelsäure nimmt hinter dem Damme meistentheils keinen direkten Antheil an diesen schnellen Bewegungen; man sieht vielmehr daselbst in c und d zwey nach der Richtung der gebogenen Theile in sich selbst wiederkehrende Wirbel. In e und f beobachtet man ebenfalls zwey Strudel, deren Schnelligkeit etwas geringer ist. Diese Wirbel entstehen durch den Seitenstoß des Hauptstromes und dessen zurückkehrende Aeste. Diese Bewegungen dauern 10 bis 15 Minuten, alsdann nimmt ihre Schnelligkeit und mit ihr die Deutlichkeit der galvanischen Figur allmählig ab. Der Schwefel, welcher sich bey der Entwickelung des Schwefel-Wasserstoffgas niederschlägt, wird nämlich vom Hauptstrom gegen den Damm hingeführet, hier häuft er sich an, und überzieht allmählig die Oberfläche des Queckſilbers, wodurch die Lebhaftigkeit der Strömungen immer mehr abnimmt. Die Wirbel rucken dem — Punkte immer näher, und das Phänomen hört endlich ganz auf, wenn die Oberfläche des Queckſilbers durch fortgesetzte Erzeugniß des Niederschlages die gehörige Glätte und Flüssigkeit verloren hat. Daher verschwindet, wenn man den Kreis öffnet, auch nur in

Digitized by Google

der ersten Periode des Versuchs jede Spur der galvanischen Figur durch schnelles und gleichförmiges Zerfließen der Säure über die Queckfilberfläche. In den folgenden Momenten findet dies nicht mehr statt, weil dann die Beweglichkeit der Fläche vermindert ist, und nur die Bewegungen selbst, nicht aber die Merkmahle ihrer frühern Effekte, durch Unterbrechung der elektrischen Einwirkung getilgt werden.

Wird aber über die Queckfilberfläche eine dünne Schichte von gesättigter Auflösung von kohlensaurem Kali gebracht, so sind die Strömungen viel langsamer als bey der Schwefelsäure; es entstehen keine Striemen im Hauptstrome. Dieser convergirt gleich anfänglich gegen den + Punkt. Hier theilt er sich in zwey Aeste, die in ihrer rückgängigen Bewegung den haarröhrartigen Raum längs den Wänden des Gefäßes aufsuchen. In (Fig. 13.) a und b zertheilt sich jeder Ast in zwey Unterabtheilungen; der eine Zweig bleibt jenseits des Dammes und wird durch den Stoß des Hauptstromes gezwungen, diesen zu begleiten; der andere verfolgt seinen Weg längs dem Rande des Queckfilbers, gegen den — Punkt hin, von wo aus er sich wiederum in den Hauptstrom ergießt. Mit der Zeit erzeugen sich auf dem positiven Theile des Queckfilbers, der dem — Punkte entspricht, concentrische Halbkreise von Oxyd mit Regenbogenfarben, welche im Verfolge des Versuchs sich nach der punktirten Linie c d ausbreiten. Von diesem Oxyd wird nur ein geringer Theil fortgerissen, der sich meistens in f und e in der bemerkten Curve niederschlägt. Diese Curven scheinen von einer wirbelnden Bewegung herzurühren, welche die Zweige bedingen, da wo sie in a und b rückgängig werden.

Bringt man während dieser Erscheinungen den — Platindraht bis in das Queckfilber hinein, so wie dies die Fig. 14. vorstellet, so springt in demselben Moment der Hauptstrom in die entgegengesetzte Richtung über, und läuft nun von + gegen —; aber ganz bestimmt nicht bis an den eigentlichen Punkt, wo der Draht eingetauchet

Digitized by Google

werden. Denn ehe er diesen Punkt erreichet, theilt er sich schon in zwey Aeste nach der Richtung der Pfeile c und d. In der Gegend a, b verzweigt sich jeder Ast wieder in zwey Nebenabtheilungen; der größere Theil der Flüssigkeit bildet blos einen oberflächlichen Wirbel; der übrige schnellt mit bedeutender Beschleunigung längs dem haarröhrenartigen Raume gegen den + Punkt hin, und ergießt sich von da aus in den Hauptkreislauf.

Herr Ermann glaubt, daß diese und andere ähnliche Erscheinungen aus den gewöhnlichen electrometrischen Anziehungen und Zurückstoßungen gar nicht erkläret werden könnten, er schreibt sie vielmehr der Wirkung einer vermehrten Flächenanziehung beyder Flüssigkeiten zu. Es hatte schon Herr Gerboin *) einen Versuch angeführt, wo er eine Modification der galvanischen Undulationen zufällig bemerkt hatte, die er von den Wirkungen der elektrischen Anziehungen und Abstoßungen ableitete. Allein Herr Ermann sucht diese Erscheinung wahrscheinlicher aus seiner Theorie zu erklären. Man gieße nämlich in eine doppelt gebogene zweyschenkliche Röhre, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten besitzet, Queckſilber, bis es in jedem Schenkel eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Zoll bis 2 Zoll erhalten hat. Ueber jede dieser Queckſilbersäulen bringe man eine 2 bis 3 Zoll hohe Waſſersäule, in welchen die beyden Polardrähte geleitet werden. Schließt man den Kreis, so erhält der Queckſilbercylinder an seinen beyden Enden entgegengesetzte Pole. Auf dem positiven erzeuget sich augenblicklich eine Oxydschicht, welche die durch erhöhete Flächenanziehung bedingte wechselsweise Einwirkung beyder Flüssigkeiten hemmt, und es findet in der That in diesem Schenkel keine wahrnehmbare Bewegung statt. Im entgegengesetzten aber, wo das negative Queckſilber mit Waſſer in Berührung ist, verändert das Metall die Convexität seiner Fläche; es steigt gegen die Ränder, während das Waſſer durch vermehrte Adhäſionskraft in den

*) Annales de chimie p. 196. Tom. XLI.

Digitized by Google

haarröhrenartigen Raum zwischen die Wände und das Queckſilber ſich verſenkt, und daſelbſt allmählig zu immer größerer Tiefe gelangt. Dieſes Zuſtrömen gegen den haarröhrartigen Raum iſt jedoch nicht ununterbrochen und gleichförmig; eine Kraft, welche in entgegengeſetzter Richtung in die Ferne wirkt, zieht vielmehr das eingedrungene Waſſer nach dem Scheitelpunkte der obern Queckſilberſäule zurück; es entſteht daher wechſelsweiſe ein Herab- und Heraufſtrömen des Waſſers, welches mit den von Ermann bemerkten Undulationen die auffallendſte Aehnlichkeit hat, und folglich dieſer Urſache zugeſchrieben werden kann, nämlich der Anziehung in die Ferne, die nach dem Scheitelpunkte oder eigentlich dem Schwerpunkte der neu entſtandenen Convexität hin ihren Sitz hat. Oefnet man die Säule, ſo hört augenblicklich die Bewegung auf, das Queckſilber fällt in das vorige Niveau ſeiner Convexität wieder zurück, legt ſich an die Glaswände an, und das Waſſer zieht ſich ebenfalls durch eigenthümliche Cohäſionskraft aus dem haarröhrartigen Raume ſchnell in ſich ſelbſt zurück. Daß alle dieſe Erſcheinungen von keiner unmittelbaren electriſchen Anziehung herrühren, zeige Herr Ermann zum Ueberfluß durch folgende beyde Wahrnehmungen. Wenn nämlich die Wände der Röhre, da, wo das Queckſilber berühret, noch trocken ſind, ſo iſt die Bewegung anfänglich ſehr unbedeutend; nimmt aber allmählig zu, je nachdem ſich das Waſſer einen freyern Zugang zwiſchen dem Metalle und dem Glaſe verſchafft hat. Ueberzieht man aber vollends dieſe Stelle mit einem Anſtriche von Fett, und beſtreuet ſie mit Bärlappſaamen, ſo iſt nunmehr der geringe Zuwachs von Flächenanziehung beyder Flüſſigkeiten nicht hinreichend, das Waſſer längs der ſo verwahrten Glasfläche herabzuziehen; es findet aber auch nicht die geringſte Strömung ſtatt: zum offenbaren Beweiſe, daß dieſe letzte Wirkung nicht von unmittelbaren electriſchen Einſtrömungen herrühret, wie Herr Gerboin glaubte; denn nach ſeiner Hypotheſe ſollte die

Digitized by Google

Gegenwart dieses Ueberzugs durchaus gar keinen Einfluß auf das innere Treiben der Wassertheilchen ausüben.

Folgende Modification des Gerboin'schen Versuches bringt nach Ermann denselben in eine größere Uebereinstimmung mit seinen angeführten Versuchen. Es reiche nämlich der positive Polardraht von Platin tief in das Wasser, und lege sich so dicht an die Wand der Röhre an, daß seine Spitze nur um $\frac{1}{4}$ Linie über den convexen Rand, der die Peripherie des Queckſilbers daſelbſt bildet, abſtehe. Schließt man nun den Kreis, so erhebt sich die negativ gewordene Extremität der Queckſilbersäule gegen das Wasser, und kommt wegen der geringen Entfernung mit dem Polardrahte in Berührung. Für diesen Augenblick hört also die ganze Queckſilbermasse dem sie berührenden positiven Pole zu; die negative Polarität hört auf und mit ihr die vermehrte Adhäsion dieser Stelle mit dem Wasser; das Queckſilber fällt daher in sein voriges Niveau zurück, und kommt außer Berührung mit dem Polardrahte. So wie dies geschehen ist, tritt der erste Fall wieder ein, die Trennung hat von neuem Polarität bewirkt, und die wieder erzeugte stärkere Flächenanziehung zum Wasser bedingt ein neues Steigen, auf welche im folgenden Moment ein abermaliges Sinken folgt, und so geräth die ganze Masse beyder Flüssigkeiten in beyden Schenkeln in Oscillationen, die eben so wenig von selbst aufhören, als die oben erwähnten Undulationen des Wassers. Oft betrug in des Herrn Ermanns Versuchen die Menge des so hin und her geschobenen Queckſilbers viel über ein halbes Pfund. Nun wird man doch schwerlich, sagt Ermann, glauben können, daß die gewöhnliche elektrometrische Anziehung einer Säule, welche kaum einem Goldblättchen-Pendel eine merkliche Elongation mitzutheilen vermöge, hier eine so bedeutende Masse in eine unaufhörliche Bewegung versetzet habe.

Bey dieser Gelegenheit macht Herr Ermann auf eine vom Herrn Oberst Hellwig zufällig gemachte Erscheinung aufmerksam, welche den damaligen Physikern

Digitized by Google

zu erklären unmöglich war, und welche er aus dem geahnten Uebergange der chemischen Verwandtschaft in Flächenanziehung zu begründen sucht. Diese Hellwig'sche Erscheinung war nämlich folgende:

Ein Queckſilbertropfen von 2 bis 3 Linien Durchmeſſer war nämlich mit einer geringen Menge Waſſer bedeckt und umgeben. Der negative Polardraht war irgendwo in dieſes Waſſer getaucht, der poſitive ebenfalls aber dem Queckſilbertropfen ſehr nahe. Dieſer Queckſilbertropfen veränderte augenblicklich ſeine ſphäriſche Geſtalt, und zog ſich lang gegen den poſitiven Draht zu, bis er ihn berühret hatte. War dies geſchehen, ſo ſprang der verlängert geweſene Theil ſchnell zurück, und die Maſſe rundete ſich wieder ab; darauf dehnte ſie ſich wieder aus, aber in einer Richtung, welche mit der vorigen einen rechten Winkel machte; endlich nahm ſie wieder die Kugelgeſtalt an, und darauf ſtellten ſich dieſe Veränderungen, in derſelben Ordnung, wieder aufs neue her. Die Schnelligkeit dieſer doppelt entgegengeſetzten Vibrationen war ſo groß, daß man Mühe hatte, ſie deutlich wahrzunehmen; das Auge ſah gewiſſer Maßen nur einen flimmernden Stern, deſſen vier Strahlen die zwey ſenkrechten Achſen der Ellipſoiden ſind, in die das ſphäriſche Queckſilber mit continuirlicher Abwechſelung umgeſtaltet ward. Dieſes ſchnelle und doch regelmäßige Treiben der Maſſe hörte nie von ſelbſt auf, und verlor auch durchaus nichts von ſeiner Intenſität, ſo lange die Bedingungen, die es einmal hervorbrachten, dieſelben blieben.

Herr Ermann bemerkt, daß dieſe Erſcheinung durch eigenthümliche elektrometriſche Attraktionen und Repulſionen gar nicht erklärt werden kann, vielmehr ſucht er nach ſeinen Anſichten folgende Erklärung zu geben:

Die unter dem Waſſer der Einwirkung der Polardrähte ausgeſetzte Queckſilberfläche nimmt eine entgegengeſetzte Polarität an. Die dem poſitiven Drahte zunächſt liegende Hemiſphäre wird negativ. Aus den vorigen Verſuchen erhellte nun, daß beym negativen Queckſilber

Digitized by Google

die vermehrte Flächenanziehung eine Vermehrung der convexen Krümmung zur Folge hat. Dadurch nähert sich die negative Hemisphäre dem positiven Drahte. In dem Moment der Berührung verschwindet jede Polarität, die ganze Quecksilbermasse gehöret dem positiven Pole, und würde Oxyd geben, wenn die Berührung länger als einen untheilbaren Moment dauerte. So wie nun die entgegengesetzte Polarität des Queckſilbers aufhört, tritt die innere Cohäsion der Queckſilbertheile in ihre vorigen Rechte, und die Masse rundet sich wieder in sich selbst. Hierzu kann es aber nur durch Zurückströmen der hervorgetretenen Theile kommen, und die Bewegung, in die sie auf solche Art gelangen, führt sie um so viel weiter gegen den Mittelpunkt zu, als die frühere Wirkung sie davon entfernt hatte. Daher die zweyte Abplattung zu einem Späroid, dessen Axe die früher entstandene rechtwinklicht schneidet. Durch das Bestreben der Sphäricität wird diese Gestalt allenfalls wieder vernichtet. Aber während dieser letzten Wirkung befindet sich das Queckſilber wieder isolirt im Wasser; es erlangt daher von neuem Polarität, dehnt sich gegen den positiven Draht hinwärts, und dieselbe Reihe von Erscheinungen hebt von vorn wieder an.

Nähert man aber dem Queckſilber den negativen Draht in dem Wasser, während der positive in jeder beliebigen größern Entfernung in dem Wasser bleibt, so wird die Hemisphäre, von wo die Bewegung ausgehen sollte, positiv und oxydirend; folglich erstarrt sie augenblicklich, und ist nicht fähig, ihre Figur durch ihre vermehrte Flächenanziehung zu ändern.

So weit Herr Prof. Ermann. Daß die Flächenanziehung (Kraft der Adhäsion) mit der chemischen Verwandtschaft in Verbindung stehe, ist wohl gewiß, und bereits unter dem Artikel: Cohäsion (B. 1. S. 599.) angeführet worden. Allein meiner Meinung nach muß man doch Adhäsion mit chemischer Verwandtschaft durchaus nicht gleich stellen. Denn Adhäsion ist blos eine Wirkung, die von einer mechanischen Kraft abhängt, oder,

Digitized by Google

wenn man will, von einer dynamischen Kraft, ohne daß dadurch die Qualität der Materie verändert wird. Jede chemische Verwandtschaft setzt aber eine Qualitätsveränderung der Materien voraus. Herr Ermann sagt selbst, daß alle die Erscheinungen, welche seine erwähnten Versuche gaben, von einer noch unbekannten mechanischen Kraft abhangen, welche die elektrische Säule auf die tropfbar flüssigen Materien ausübet. Eine mechanische Kraft kann durchaus keine Veränderung in der Qualität der Materien, wohl in der Quantität hervorbringen, so daß dadurch die Adhäsion stärker und schwächer werden kann, je nachdem die mechanische Einwirkung dieser Kraft ist. Vielleicht ist bey jeder chemischen Verwandtschaft vorher eine solche mechanische Kraft nothwendig, wenn chemische Kräfte in einander wirken sollen. Zugleich bemerke ich hier, daß ich mich keinesweges mit den neuern Atomistikern vereinbaren kann, welche behaupten, daß bey einer vollkommenen Auflösung zweyer heterogener Materien die Durchdringung derselben eine Chimäre sey. M. s. den Artikel: Auflösung.

Herr Prof. Link *) hat bey der Gelegenheit, wo er die Natur der flüssigen Körper festzusetzen sucht, noch mehrere Adhäsionsversuche angestellt, und dabey vorzüglich darauf aufmerksam gemacht, daß bey solchen Versuchen die Adhäsion nicht allein, sondern auch die Cohäsion der Körpertheile unter sich in Betrachtung gezogen werden müsse. Er hieng eine runde Chalcedonplatte von 10,2 Linien alten Paris. Maßes im Durchmesser an eine scharfziehende Wage ins Gleichgewicht, benetzte sie mit reinem Wasser, und ließ sie herab auf einen Sandhaufen. Darauf wurde sie von einem Gegengewicht abgerissen: sie führte von dem anklebenden Sande mit sich, aber das Gewicht, welches diesem anklebenden Sande das Gleichgewicht hielt, war vollkommen hinreichend, um das Abreißen zu bewirken. Hieraus schließt Herr Link, daß die

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. 47. St. 1. u. f.

Sandkörner keine bedeutende Cohäsion unter einander zeigten. Ganz anders aber verhalte es sich, wenn diese Platte auf einen flüssigen Körper herabgesenkt werde. Dann gehörte stets ein nicht unbeträchtliches Gewicht dazu, um die Platte los zu reißen, auch wurde sie benetzt losgerissen; hieraus folgerte er, daß hier nicht allein die Adhäsion, sondern auch die Cohäsion der flüssigen Theile unter sich aufgehoben war. Hiedurch glaubte er die gemeine Meinung, welche das Wesen der flüssigen Materien in einer sehr geringen Cohäsion setzte, zu widerlegen. Er stellte diese Versuche mit verschiedenen flüssigen Körpern an, und fand folgende Resultate:

Die Chalcedonplatte riß ab von:	ein Gewicht von:
reinem Wasser durch	25 Grän Med. G.
Schwefelsäure (spec. Gewicht = 1,803)	29 — —
Salzsäure (specif. Gewicht = 1,408)	25 — —
essigsaure Bleyauflösung (gesättigt)	25 — —
Salpeterauflösung (ges.)	23 — —
Glaubersalzauflösung (ges.)	22 — —
Kaliauflösung (spec. Gewicht = 1,216)	21 — —
Mandelöhl	16 — —
Steinöhl	16 — —
Terpentinöhl	15 — —
Alkohol (spec. Gewicht = 0,840)	15 — —
Schwefeläther (sehr reiner)	10 — —

Die Temperatur der Luft und der Flüssigkeit waren 12 Grad Reaum. über dem Thaupunkte.

Sechs bis acht Grade Unterschied in der Temperatur zeigten ihm nach vielfältiger Wiederholung der Versuche keinen bedeutenden Einfluß. Herr Achart hatte bey seinen zahlreichen Versuchen dieser Art die Folge daraus gezogen, daß sie blos den Grad der Adhäsion anzeigten, und glaubte, daß die Cohäsion keinen Einfluß dabey haben könne, weil sonst daraus folgen müßte, daß die Cohäsion der festen Oehle stärker sey, als die der wässerichten Flüssigkeiten. Herr Link bemerket dagegen aber ganz richtig,

Digitized by Google

daß dieser Umstand näher untersucht zu werden verdiente, indem es eine vorgefaßte Meinung sey, daß die Flüssigkeiten von der Cohäsion abhängen. Morveau's Versuche betrafen meistens das Anhängen der Metallplatten an Queckſilber, und meine, daß man die Unterschiede der Adhäsion und nicht die der Cohäsion durch solche Versuche finde; denn sonst ließe sich nicht begreifen, warum verschiedene feste Platten auch verschiedene Gewichte erforderten, um von einer und derselben Flüssigkeit abgerissen zu werden. Guyton-Morveau leitet dieses selbst von der Gestalt der kleinern Theilchen des festen Körpers her; er sagt, man könne sich vorstellen, als ob bald mehr oder weniger Fäden oder Säulen der Flüssigkeit an den festen Körpern hängen blieben. Nenne er dies Mehr oder Weniger Grade der Adhäsion, sagt Herr Link, so habe er Recht, und durch Versuche mit einer und derselben Flüssigkeit angestellt, wobey die Cohäsion einerley bleibe, ließen sich diese Grade finden. Nehme man aber für alle diese Versuche denselben festen Körper, setze man also die Adhäsion gleich, so finde man offenbar die Cohäsion, sobald die Platte benetzt bleibe, indem hier die Säulen der Flüssigkeiten zerrissen würden.

Man könnte zwar sagen, die Nähe des festen Körpers erhöhe oder vermindere die Cohäsion des Flüssigen. Dies sey richtig; doch könne es nur bis auf eine gewisse, nicht sehr weite Entfernung gehen. Im ersten Falle würde die flüssige Säule an der Stelle der schwächsten Cohäsion, d. h. der natürlichen dem Körper eigenthümlichen, reißen. Im zweyten Falle würde allerdings die Größe der natürlichen Cohäsion auf diesem Wege nicht gefunden. Es schiene ihm wichtig, diesen Umstand näher zu prüfen.

Zu dem Ende breitete er eine Schichte von einer Flüssigkeit auf einer Platte aus, und versuchte dann die Chalcedonplatte davon abzureißen. Hier würde ein weit größeres Gewicht erfordert, als wenn sie von der Flüssigkeit in Masse losgerissen wurde. Die Erfolge waren folgende:

Digitized by Google

Die Chalcedonplatte riß ab von.

Wasser durch 25 Gr. und als es ausgebreitet war auf	Glas durch	146	Grän.
	Zink —	45	—
Bleyzuckerauflösung d. 25 Gr. und als sie ausgebr. war auf	Glas —	67	—
	Zink —	80	—
Salpeterauflösung durch 23 Gr. und als sie ausgebr. war auf	Glas —	45	—
	Zink —	31	—
Glaubersalzauflösung d. 22 Gr. und als sie ausgebr. war auf	Glas —	45	—
	Zink —	54	—

Eine runde messingene Platte von 2 Zoll im Durchmesser, centrisch aufgehängt, riß ab von

Wasser durch 214 Gr.; u. von demselben, als es ausgebreitet war auf	Glas durch	475	Grän.
	Zink —	920	—
	Kupfer —	1000	—

Dergleichen Versuche, bemerkt Herr Link, sind zwar nicht unbekannt, aber noch nicht gehörig erörtert. Musschenbroek hatte bereits zwey Platten mit zerlassenem Talk bestreichen, dann erkalten lassen; daß er aber dabey die durch Adhäsion vermehrte Cohäsion finde, erwähnt er nicht. Parrot *) nimmt auf Versuche dieser Art Rücksicht, und schreibt den Erfolg einem Verschieben der Wassersäulen zu, welches zwischen zwey festen Körpern nicht statt finde. Er sagt: „hier (wenn eine Platte von einer großen Masse abgezogen wird), folgte bey der Hebung der Platten eine Schicht nach der andern in die Höhe, bis die Anzahl dieser Schichten eine solche Höhe erreichte, daß die Theilchen von den Rändern der Platten ab nach den innern Wassertheilen herabfließen konnten. — Im Versuche mit zwey Platten kann dies nicht statt finden, sondern die sehr geringe Dicke der Schichten zwingt die Wassertheile zu einer völligen plötzlichen Trennung.“ Herr Link sagt dagegen, es sey ja nicht die Adhäsion, welche aufgehoben werde, sondern die Cohäsion der Flüs-

*) Grundriß der theoretischen Physik. Th. I. S. 70.

Digitized by Google

sigkeit; das Wasser fließe von den Platten nicht gegen die Mitte der erhobenen Säule, und wenn dieses geschähe, müßte ja da, wo sie reißt, die Cohäsion stärker seyn, als am Rande der Platten. Ueberdies sey ein Schwanken der Platten und ungleiches Abreißen weit schwerer bey zwey Platten zu verhüten, als bey einer; hier blieben auch beym Schwanken die Seiten der Platten in der Flüssigkeit, dort schlügen sie gegen einander, sprängen ab, und zerrissen dadurch die Wassersäule früher an einer Seite, als an der andern. Dies sey augenscheinlich. Es sey ihm äußerst schwer geworden, bey der Nähe zweyer Platten die Flüssigkeit gleichförmig zu zerreißen. Die Anziehung der Platten zu einander komme nicht in Betrachtung; in der Entfernung, welche die Dicke der Wasserschicht betrage, sey sie nicht bemerklich, und immer sey es doch die Cohäsion des flüssigen Körpers, welche aufgehoben werde.

Herr Link folgert aus diesem Versuche, daß ein Körper in dem andern Cohäsions-Veränderungen hervorbringen könne; er möchte noch lieber sagen, erregen, weil die Cohäsion etwas Inneres sey, indem sie nur durch ein sehr kleines Quantum von Materie hervorgebracht werde, da sie sich fast gar nicht in die Ferne erstrecke. Es sey dies eine sehr merkwürdige Erscheinung, welche zeige, daß die Körper auf einander weit mehr einwirkten, als wir ihnen zutraueten. Die Cohäsionsveränderung möge immerhin in der Verschiebbarkeit der Theilchen liegen, sie möge daher kommen, daß die Wasserfäden sich leicht an einander hin bewegten, und so zugleich oder einzeln rissen, aber diese Veränderung sey nicht blos mechanisch, sondern auch chemisch, wie die Stärke des Zusammenhanges bey Zink und Bleyzucker beweise, wo eine Zersetzung vorgehe.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik in verschiedenen Stellen. Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie von A. F. Gehlen. B. IX. S. 104 u. f. Annales de chimie in verschiedenen Tom.

Digitized by Google

Aepfelsäure (Zus. z. S. 55. Th. I.). Nach neuern Versuchen des Herrn **Bouillon la Grange** soll die Aepfelsäure keine eigenthümliche Säure, sondern eine mit einer Art von Extractivstoff verbundene Essigsäure seyn. Dagegen behauptet aber **Donovan**, daß sie allerdings seinen Versuchen zu Folge als eine eigenthümliche Säure müßte betrachtet werden. Indessen bemerket er aber doch, daß keine der von **Scheele** empfohlnen Verfahrungsarten eine reine Aepfelsäure liefre. Herr **Vauquelin** gebrauchte eine Methode aus dem Safte des Hauslauchs (semper vivum tectorum) eine ziemlich reine Aepfelsäure zu scheiden. Will man diese Säure rein erhalten, so scheint es ein wesentliches Erforderniß zu seyn, noch vor der Fällung mit essigsaurem Bley den Schleim möglichst abzuscheiden; im entgegengesetzten Falle fällt dieser in Verbindung mit Bley nieder, und läßt sich nicht von der Säure trennen.

Auch hatte Scheele aus dem Safte der Vogelbeeren (sorbus aucuparia) eine Säure geschieden, die er für eine wirkliche Aepfelsäure hielt. Herr **Donavan** behauptet aber, daß seinen Versuchen zu Folge diese Säure eine eigenthümliche Säure sey. Nach neuern Versuchen scheint aber doch diese Säure von der Aepfelsäure nicht verschieden zu seyn. Daher hat man auch der Aepfelsäure den Nahmen der **Vogelbeer-** oder **Spiersäure** (acidum sorbicum, acide sorbic) gegeben. In hoher Temperatur verwandelt sie sich in Dunst, der sich zu weißen nadelförmigen Krystallen verdichtet; sie fällt weder die wässerige Auflösung des Kalks noch die des Baryts (Baria), zersetzt aber das essigsaure Bleyoxyd, und bildet mit der Grundlage desselben eine voluminöse weiße flockige Substanz, welche nach und nach eine krystallinische Gestalt annimmt, und bey der Temperatur des kochenden Wassers in diesem zu einer terpentinartigen Masse schmilzt. Uebrigens bildet diese Säure mit Kali ein zerfließliches und mit Baryt ein sehr zur Krystallisation geneigtes Salz,

Digitized by Google

Erscheinungen, welche anzeigen, daß sie eine größere Menge Wasserstoff enthält, als die Weinsäure.

M. s. chemisches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Artikel Aepfelsäure. Döbereiner Grundriß der allgemeinen Chemie. Jena. 1819. 8. S. 348.

Aerostat (Zus. z. S. 72. Art. Aerostat Th. I.). In den neuern Zeiten hat man die Luftschifferey zu weit wichtigern Zwecken benutzt, als vormals geschah. Der Graf Francesco Zambeccari fuhrte zuerst den Gedanken in Ausführung zu bringen, den Luftballon durch angebrachte Luftruder in jede beliebige Luftregion zu versetzen. Seine Theorie gründet sich auf folgende Voraussetzungen: in der Atmosphäre finden beständig zu gleicher Zeit sehr verschiedene Strömungen in verschiedenen Höhen statt; dieserwegen kommt es nur darauf an, daß der Luftschiffer seinen Luftball nach Willkühr könne steigen oder sinken lassen; denn alsdenn wird er immer eine Region auffinden können, in welcher gerade der Wind herrscht, dessen er bedarf, und insofern wird die Richtung, nach der sein Ball sich bewegen soll, von ihm bestimmt werden können. Um nun ferner den Luftball nach Willkühr auf- und absteigen zu lassen, suchte er vermittelst einer Montgolfiére und zweyer großer Flügel oder Luftruder zu bewirken. Die erste abenteuerliche Luftreise des Grafen in einem Ballon, der mit der ganzen Belastung über 2000 Pfund wog, hätte ihm beynahe das Leben gekostet. Bey dem andern Versuche wog der Aerostat 850 Pfund, und hiebey hatte hatte man vorzüglich die Absicht, die Wirkung der Ruder zu erproben. Nachdem der Aerostat so viel Ballast eingenommen hatte, daß er mit der Luft im Gleichgewicht war, wurden 25 Pfund Ballast ausgeworfen. Sogleich stieg der Ballon so hoch, als es die Taue erlaubten, an welchem die Maschine befestigt war, d. i., 40 Fuß hoch. Nun wurden die Ruder in Bewegung gesetzt, und es gelang in der That, den Ball langsam bis zur Erde herabsteigen zu machen. Es wurde daher durch regelmäßiges Rudern eine Steigkraft von 25 Pfund überwunden.

Digitized by Google

Um nun auch die Wirkung der Montgolfière zu untersuchen, wurde der vorige Ballast wieder eingenommen, und noch 5 Pfund mehr, als zum Gleichgewicht mit der Luft erforderlich war. Es war hinreichend, zwey Klappen der Lampe zu öffnen und den Weingeist anzustecken, um die Montgolfière so anzuschwellen, daß sie die ganze Maschine hob, so hoch als es die Taue erlaubten. Nun wurden die Klappen geschlossen; die Montgolfière sank wieder zusammen, und der Aerostat stieg langsam zur Erde herab. Hierauf wurden bey derselben Ueberwucht sechs Flammen angesteckt. Nun stieg der Ballon weit schneller, und sank, als die Lampen ausgelöschet wurden, nicht sogleich wieder herunter, sondern erst nach 2 Minuten, und sodann eben so langsam, als das erstemal.

Nach diesen Versuchen brachten die beyden Aeronauten noch einmal die Maschine ins Gleichgewicht mit der Luft; überzeugten sich, daß eine Ueberwucht von einigen Pfunden hinreichte, sie zum Sinken zu bringen; und erhoben sich dann mit 8 Weingeistflammen, indem sie Taue fallen ließen. Jetzt war es 10 Uhr 50 Min. Das Barometer stand zu Bologna 27″ 7‴ paris. Das Thermometer auf 17°, 83. Reaum., und der Wind war NNW. schwach. Der erste Theil ihrer Reise dauerte bis 1 Uhr 7 Minuten, und sie entfernten sich in dieser Zeit nur 6 italiän. Meilen von Bologna. Die Beobachtungen während dieser Zeit von ihnen angestellt, sind folgende:

1. Der niedrigste Barometerstand, bis zu welchem sie sich erhoben, war 20 Paris. Zoll, die geringste Thermometerhöhe 9° Reaum.

2. Sie kamen durch eine Wolke. Weder im Annähern zu derselben, noch in dem Augenblicke, als sie dieselbe durchschnitten, konnten sie bemerkbare Spuren von Electricität wahrnehmen.

3. Auf ihrem Fluge fanden sie drey verschiedene Winde; der erste trieb den Ballon nach Süden, der zweyte nach Westen, der dritte endlich nach Nordwest.

Digitized by Google

4. Endlich fanden sie ihre Maschine sowohl den Rudern, als der Montgolfiere, je nachdem sie diese mehr oder weniger aufschwellten, folgsam.

Diese Versuche bestätigten also die Idee des Grafen Zambeccari über die Möglichkeit und Weise, die Aerostaten zu lenken, sehr befriedigend. Indeß lehrte der Erfolg zugleich, daß bey dieser Lenkungsmethode die Sicherheit des Schiffers allzusehr aufs Spiel gesetzet wird. Trift er während seines Fluges auf einen etwas heftigen Windstoß, so können ihm manche Unglücksfälle begegnen.

Nicht lange hierauf haben die beyden Herren Biot und Gay-Lussac ein Paar Luftreisen zum wissenschaftlichen Zwecke unternommen *). Zu dieser Absicht hatten sie sich mit einer an einen sehr feinen Seidenfaden schwebenden Magnetnadel, mit ein Paar genauer Sekundenuhren, einem gewöhnlichen Abweichungscompasse und zwey Inclinatorien, mit einem zur Beobachtung der Luftelectricität, mit einer Glaskugel, die möglichst luftleer gemacht war, um sie mit oberer Luft zu füllen, mit einem Barometer, Thermometer und Hygrometer versehen. Auch hatten sie noch einige Metallscheiben mitgenommen, um Volta's Versuche über die Electricität durch Berührung in den höhern Regionen zu wiederholen. Endlich befanden sich noch in der Gondel verschiedene Thiere, als Frösche, Vögel und Insekten.

Ihre erste Luftreise geschah am 24. August 1804 um 10 Uhr Morgens. Das Barometer stand auf 28″ 3‴ Höhe, das Thermometer auf 16½° der hundertheiligen Skale (13°, 2 Reaum.), und das Hygrometer auf 80°, 8, folglich ziemlich nahe dem Punkte der größten Feuchtigkeit. Sie kamen bald in die Wolken, welche wie leichte Nebel waren, und ein schwaches Gefühl von Feuchtigkeit erregten. In einer Höhe von 2000 Mètres versuchten sie, durch gegenseitige Berührung isolirter Me-

*) Journal de physique. Tom. LIX. p. 314. sqq.

Digitized by Google

talle Electricität zu erregen, und dies gelang gerade so, als an der Erde. Sie errichteten nämlich eine Säule von 20 Platten gaarem Kupfer und Zink. Sie gab, wie gewöhnlich, einen pikanten Geschmack, Schläge und Wasserzersetzung. Die mitgenommenen Thiere schienen noch nichts von der verdünnten Luft zu leiden, obgleich der Barometer bis auf 20″ 8‴ herabgesunken war. Das Thermometer stand auf 13° der hundertheiligen Skale (10°, 4 Reaum.). Mit der Magnetnadel Versuche anzustellen, war es schwer, weil sich der Ballon beständig drehete; indessen bemerkten sie, daß dies Drehen nicht immer nach einerley Seite ging, vielmehr wurde es nach und nach langsamer, hielt dann etwas stille, und ging dann in ein Drehen nach entgegengesetzter Richtung. Diesen Stillstand, der zwar nur einige Augenblicke dauerte, benutzten sie gleichwohl zu den Beobachtungen mit der Magnetnadel. Auf diese Art konnten sie doch nicht mehr als 10 Beobachtungen anstellen, welche in Höhen von mehr als 2800 Mètres angestellt sind, und dahin übereinstimmen, daß die horizontalschwebende Magnetnadel in diesen Höhen 5 Schwingungen in 35 Sekunden macht. An der Erde gingen auf 5 Schwingungen $35\frac{1}{4}$ Sekunde hin. Allein dieser Unterschied war unter den angeführten Umständen viel zu klein, um nur irgend eine Rücksicht darauf zu nehmen, und es scheint daher völlig ausgemacht zu seyn, daß der Magnetismus von der Oberfläche der Erde bis zu einer Höhe von 4000 Mètres nicht merklich abnimmt, sondern daß er innerhalb dieser Grenzen überall gleich stark und nach denselben Gesetzen wirkt.

Der Herr v. Saussure hatte Versuche in verschiedenen Höhen mit der Magnetnadel angestellt, welche damit nicht übereinstimmen. Die Herren Biot und Gay-Lussac bemerken aber dagegen ganz richtig, daß ihre Versuche auf einer Ebene und in freyer Luft angestellet worden, und daher einen Vorzug verdienten vor den Versuchen des Herrn de Saussure, welcher die seinen am Fuße und auf dem Gipfel eines Berges angestellet habe.

Digitized by Google

Was die Neigung der Magnetnadel betrifft, so konnten sie darüber keine zuverlässige Beobachtung anstellen; indessen hatten sie doch bemerkt, daß die horizontale magnetische Kraft ungeändert blieb.

In Ansehung der Luftelectricität ergab sich, daß sie mit der Höhe der Atmosphäre zunimmt. Merkwürdig war aber besonders, daß das Hygrometer immer mehr nach dem Punkte der Trockenheit zurückging, je höher sie in der Atmosphäre anstiegen.

Eine zweyte Luftreise wurde noch in demselben Jahre von dem Herrn Gay-Lussac allein unternommen. Er nahm die möglichst genauesten Instrumente mit, und fand dieselben Resultate, die er mit Biot auf der ersten Reise beobachtet hatte. Zugleich hatte er auch Luft auf einer Höhe von 6561 Metres und 6636 Metres in luftleer gemachte Glaskugeln herabgebracht, deren Analyse auf den Schluß berechtigte, daß die Atmosphäre von der Oberfläche der Erde ab, bis zu den größten Höhen, auf welchen man sich erheben kann, überall einerley Beschaffenheit und Zusammensetzung besitze.

Schon einige Wochen früher hatten die Academiker Sacharow zu Petersburg und Robertson eine Luftreise des wissenschaftlichen Zweckes wegen unternommen, wovon man eine Nachricht in den Annales de chimie Tom. LII. p. 121. sqq. findet. Die auf dieser Reise angestellten Beobachtungen sind aber bey weitem nicht so genau und zuverlässig, als die, welche die Herren Biot und Gay-Lussac gemacht haben.

Daß genau angestellte Versuche in höhern Luftregionen zu wichtigen Aufschlüssen noch sehr vieler Naturerscheinungen geeignet seyn würden, wird wohl Niemand in Abrede seyn. Es wäre daher allerdings zu wünschen, daß geschickte Experimentatoren, freylich mit höherer Unterstützung, sich dazu entschlössen, dergleichen zum wissenschaftlichen Zwecke beabsichtigte Luftfahrten zahlreicher, als bisher geschehen ist, zu unternehmen.

Digitized by Google

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XVII. S. 338. B. XIX. S. 156. f. B. XX. S. 1. u. f. S. 107. u. f.

Aether (Zus. zur S. 78. B. I. Art. Aether.) Nach neuern Versuchen und daraus gezogenen Folgen scheint es, als wenn man vorzüglich zweyerley Aetherarten unterscheiden müsse. Die eine Art entstehet durch Einwirkung feuerbeständiger Säuren, ohne daß diese selbst einen Bestandtheil des neu entstandenen Produktes ausmachen. Nach den Versuchen des Herrn de Saussure *) scheinen die Säuren unter diesen Umständen als entwässernd zu wirken, indem sie dem Alkohol einen Theil des zu seiner Mischung gehörenden Wassers entziehen. Nach ihm ist der Alkohol aus ölmachendem Gas, welches mit der Hälfte seines Gewichts Wasser verbunden ist; Aether aus ölmachendem Gas, welches nur mit dem vierten Theile seines Gewichts Wasser vereiniget ist, gebildet. Da nun im ölmachenden Gas kein Wasser sich befindet, so ist klar, worauf sich die Wirkung der zugesetzten Säuren bey der Bildung des Aethers und ölmachenden Gas beschränke. In beyden Fällen entziehen sie dem Alkohol blos von dem zu seiner Grundmischung gehörenden Wasser. Wenn man z. B. Alkohol mit ungefähr einem ihm gleichen Gewichte Schwefelsäure mischt, so ist die angewandte Menge von Säure blos hinreichend, um die Hälfte des dem Alkohol wesentlichen Wassers zu entziehen, und es wird Aether gebildet. Mischt man dagegen den Alkohol mit seinem vierfachen Gewichte Schwefelsäure, so ist das Quantum der Säure hinreichend, dem Alkohol alles Wasser zu rauben, dann wird nicht Aether, sondern ölmachendes Gas gebildet.

Nach Thenard's Versuchen wirken die mineralischen Säuren bey der Aetherbildung nicht etwa dadurch, daß sie aus dem Alkohol Wasser absorbiren, sondern vielmehr dadurch, daß sie den Alkohol condensiren, und mithin

*) Journal de physique. Apr. 1807.

Digitized by Google

eine wirkliche Annäherung der Alkoholtheilchen bewirken. Daher können auch nur concentrirte Säuren diese Veränderung hervorbringen; mit Wasser verdünnte sind für diesen Zweck unbrauchbar.

Von den zu dieser Classe gehörigen Aetherarten sind drey bekannt, welche sämmtlich in ihrer Grundmischung übereinzukommen scheinen; nämlich Schwefel-, Phosphor- und Arsenik-Aether. Die beyden letztern Arten hat Herr Boullay (Apotheker zu Paris) zuerst dargestellt, indem er einen besondern Apparat einrichtete, wodurch es ihm gelang, die Berührung der beyden mit wenig Kraft auf einander wirkenden Körper zu vermehren und zu verlängern.

Die zweyte Classe von Aethern besteht aus solchen, welche vermittelst flüchtiger Säuren, die sich mit der ätherischen Flüssigkeit chemisch verbinden, gebildet werden. In diese Classe gehören der Salzäther, Essigäther, Ameisenäther, Salpeteräther, jede Wasserstoffsäureäther, Benzneäther, Kleesäureäther, Gallussäureäther, Weinsteinsäureäther, Zitronensäureäther u. s. f.

M. s. Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche von Klaproth und Wolff. B. I. S. 4. u. f. Annales de chimie. Tom. LXII. p. 225. sqq. Tom. LXIII. p. 49. sqq. Tom. LXXVIII. Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIV. p. 270 u. f.

Alaun (Zus. z. S. 83. Th. I.). Erst in den neuern Zeiten sind die eigentlichen Bestandtheile dieses Salzes näher untersucht worden, und Herr Klaproth fand zuerst, daß das Kali einen wesentlichen Bestandtheil desselben ausmache. Da der römische Alaun gewöhnlich für den besten gehalten wurde, so unternahm es Herr Vauquelin mehrere Arten von Alaun chemisch zu untersuchen. Die Analyse zeigte die größte Uebereinstimmung in Rücksicht des Gehaltes an Alaunerde, Schwefelsäure und schwefelsaurem Kali; nur einige Sorten zeigten geringe Spuren von schwefelsaurem Ammonium und Eisen.

Digitized by Google

Vauquelin erklärte daher den Vorzug, den man gewöhnlich dem römischen Alaun gebe, bloß als ein Vorurtheil. Dagegen behauptet aber Curadeau *) das Gegentheil, und glaubt, der römische Alaun besitze Eigenschaften, welche die chemische Analyse nicht zu erklären vermöge. Nach seiner Vermuthung bestehen diese vielleicht in Modificationen, welche die Nachbarschaft des Vulkans in der Alaunerde hervorbringt.

Nach Herrn Berzelius sind die Bestandtheile des Alauns folgende:

Schwefelsäure	34,23
Alaunerde	10,86
Kali	9,91
Wasser	45,00
	100,00.

Herr Seguin *) hat umständliche Untersuchungen über die Bestandtheile des Alauns und seine Reinigung angestellt. Im römischen Alaun fand er die Menge vom schwefelsaurem Ammonium so gering, daß sie nicht berechnet werden konnte, und der Eisengehalt war in selbigem kaum bestimmbar. Da nun der allgemeine Vorzug des römischen Alauns in keinem Vorurtheile zu suchen ist, so scheint er wohl besonders in dem geringern Eisengehalt zu liegen. Herr Seguin versuchte daher auch, den Eisengehalt bey andern Alaunarten wegzunehmen, und fand kein besseres Mittel, als die Auflösung des Alauns im Wasser, und die darauf erfolgte Krystallisation. Er löste z. B. 100 Theile Alaun in 200 Theilen Wasser auf, brachte die Auflösung zum Krystallisiren, und gewann 72 Theile Alaun, welche keine Spur von Eisen zeigten. In der Mutterlauge wurden 66 Theile desselben Alauns aufgelöset, und 60 Theile erhalten, die ebenfalls frey vom Eisen waren, u. s. f. Auf solche Art erhielt er aus

*) Annales de chimie. Tom. LI. p. 328.

*) Annales de chimie. Tom. LXXV. p. 105. 199.

Digitized by Google

nigstens $\frac{7}{8}$ des Alauns von einer vorzüglicheren Güte, als der beste römische Alaun.

Daß der Alaun außer dem Gebrauche in der Medicin und besonders in der Färbekunst auch noch ein vorzügliches Ingredienz der Mischungen ausmacht, mit welchen man brennbare Körper gegen Entzündung zu schützen sucht, verdient hier noch angeführt zu werden.

Alaunerde (Zus. z. S. 84. B. I.). Herr de Saussure *) führet an, daß die Alaunerde aus der Auflösung des Alauns in zwey sehr verschiedenen Zuständen gefällt werde, je nachdem die Umstände verschieden sind. Würde nämlich der Alaun in der kleinstmöglichen Menge Wasser aufgelöset, so hat die gefällte Alaunerde eine weiße Farbe, ist zerreiblich, sehr schwammig und hängt stark an der Zunge. In diesem Zustande nennt sie de Saussure schwammige Alaunerde. Wird dagegen der Alaun in einer sehr großen Menge Wasser aufgelöset, so erhält man die Alaunerde nach dem Trocknen als eine spröde, durchsichtige, gelbgefärbte Masse, die, wenn man sie in der Hand hält, wie Schwefelstangen in Stükken springt. Ihr Bruch ist glatt und und muschlig, sie klebt nicht an der Zunge, und hat im Aeußern keine Aehnlichkeit mit der Erde. In diesem Zustande nennt sie de Saussure gallertartige Alaunerde.

Der Herr de Saussure setzt die Temperatur, bey welcher das Schmelzen dieser Erde erfolget, gleich 1575° nach Wegwods Pyrometer.

M. s. Chemisches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Artikel: Alaunerde.

Ameisensäure (Zus. z. S. 89. Th. I.). Weil diese Säure in Ansehung ihrer Natur sich von der Essigsäure nicht sonderlich unterscheidet, so haben mehrere Chemiker beyde für einerley gehalten. Herr Gehlen hat aber auf eine genugthuende Art dargethan, daß die Ameisensäure wirklich, wie schon die ältern Chemiker behaupteten, eine

*) Journal de physique. Tom. LII. p. 280 sqq.

Digitized by Google

eigenthümliche Säure sey. Sie unterscheidet sich von der Essigsäure vorzüglich durch ihre größere Sättigungscapacität.

Anschauung, Anschauen (M. A.) (intuitus) ist nach dem eigentlichen Sprachgebrauche eine jede Vorstellung, welche man durch das Gesicht von irgend einem Gegenstande unmittelbar erhält. Z. B. wenn man einen Menschen, ein Thier, einen Baum, einen Stein u. s. f. unmittelbar ansiehet (anschauet), so erlangt man davon unmittelbar eine Vorstellung. Eine solche Anschauung giebt uns also in der Sinnenwelt eine völlige Ueberzeugung von dem Daseyn eines Objectes. Was aber dies Object für Eigenschaften oder Merkmahle besitzet, um es von andern Dingen unterscheiden zu können, oder eine eigentliche Erkenntniß von dem angeschaueten Objecte verschafft uns die Anschauung nicht. Es ist daher die Anschauung in diesem Sinne nur vermittelst unsers Gesichts möglich, und bezieht sich blos auf das Mannigfaltige, welches uns die Sinnenwelt darbietet. Man kann also auch eine jede Gesichtsvorstellung eines Mannigfaltigen eine Anschauung nennen.

Kant war der erste, welcher unter dem Ausdrucke, Anschauung, nicht eine bloße Gesichtsvorstellung, sondern eine jede unmittelbare Vorstellung von dem Einzelnen, was gegeben wird, und gegeben werden kann, versteht. Er unterschied ganz richtig ein doppeltes Vermögen, oder eine doppelte Fähigkeit des menschlichen Geistes, nämlich die Sinnlichkeit und den Verstand. Vermittelst der Sinnlichkeit werden uns die Gegenstände gegeben, und sie allein liefert uns Anschauungen; durch den Verstand aber werden sie gedacht, und daraus entstehen Begriffe. Zuletzt muß sich aber alles Denken vermittelst gewisser Merkmahle, auf Anschauungen, mithin bey uns, auf Sinnlichkeit beziehen, weil uns auf keine andere Art ein Object gegeben werden kann. Anschauungen und Begriffe sind also die alleinigen Elemente unserer gesammten Kenntnisse von Dingen, so daß weder Begriffe, ohne

Digitized by Google

ihnen auf einige Art correspondirende Anschauung, nach Anschauung ohne Begriffe, ein Erkenntniß abgeben können. Kant unterscheidet eine reine Erkenntniß (Erkenntniß a priori) von der empirischen Erkenntniß von Dingen (Erfahrungserkenntniß oder Erkenntniß a posteriori). Unter reinen Erkenntnissen versteht er solche, die schlechterdings von aller Erfahrung unabhängig sind, und ihren Sitz noch vor aller Erfahrung in unserm geistigen Wesen haben, ja selbst den Erfahrungserkenntnissen zur Grundlage dienen. Die Erfahrungserkenntniß von Dingen kann nie allgemein gültig und apodiktisch seyn, sie überzeugt uns nur von dem, was wir bisher wahrgenommen haben; finden sich aber andere Eigenschaften und Merkmale, so muß auch die Erfahrungserkenntniß darnach modificirt werden. Giebt es also eine Erkenntniß von Dingen, wo eine strenge Allgemeinheit und Nothwendigkeit statt findet, so sind dies sichere Kennzeichen einer reinen Erkenntniß von Dingen. Daß es aber eine solche gebe, beweiset schon die Mathematik.

Diejenige Wirkung, welche irgend ein Gegenstand auf unser Vorstellungsvermögen hervorbringt, heißt Empfindung, und die Anschauung, welche sich auf den Gegenstand der Empfindung bezieht, empirisch. Das unbestimmte Object einer empirischen Anschauung wird Erscheinung (Phänomen) genannt, (nicht, wie mehrere Gegner von Kant dies Wort für Schein genommen haben). Dasjenige, was in der Erscheinung der Empfindung entspricht, nennt Kant die Materie oder den Stoff, und dasjenige, was macht, daß das Mannigfaltige der Erscheinung in gewissen Verhältnissen geordnet werden kann, die Form der Erscheinung. Der Stoff oder die Materie der Erscheinung ist uns jederzeit a posteriori gegeben, allein die Form derselben muß in unserm Geiste a priori bereit liegen, und folglich abgesondert von aller Empfindung betrachtet werden können, weil die Form, worin sich die Empfindungen allein ordnen, nicht selbst wiederum Empfindung seyn kann. Sie wird daher

Digitized by Google

auch die reine Form sinnlicher Anschauungen überhaupt genennt, und kann selbst als eine reine Anschauung betrachtet werden. Wenn man z. B. von der Vorstellung eines Körpers das, was der Verstand davon denkt, als Materie, Kraft, Theilbarkeit u. s. f. absondert, so bleibt aus dieser empirischen Anschauung noch Ausdehnung und Gestalt übrig. Diese gehören zur reinen Anschauung, welche a priori, auch ohne einen wirklichen sinnlichen Gegenstand und der davon abhangenden Empfindung, als eine bloße Form der Sinnlichkeit in unserm Geiste zu finden sind. Reine Formen der Sinnlichkeit oder reine Anschauungen giebt es nur zwey; nämlich Raum und Zeit. M. s. die Artikel: Raum, Zeit.

Da jede Anschauung eine unmittelbare Vorstellung ist, und von der Gegenwart eines Objectes, und von dessen Einflusse auf unser Vorstellungsvermögen abhängt; so kann man mit Recht fragen, wie es unserm Geiste möglich sey, etwas a priori anzuschauen? Denn wenn kein Object unserm Geiste gegenwärtig ist, so kann auch nichts angeschauet werden. Es scheint daher eine reine Anschauung gar nicht möglich zu seyn, indem sie eine solche seyn muß, die noch vor der Gegenwart des Objectes, das angeschauet wird, unserm Geiste beywohnet. Sie würde also kein Object haben, auf welches sie sich bezöge, und welches sie unmittelbar darstellte. Diese Schwierigkeit bey der Voraussetzung der reinen Anschauungen in unserm Geiste kann nur dadurch gehoben werden, daß man annimmt, diese Anschauungen seyen nur formale Beschaffenheiten der Fähigkeit des vorstellenden Subjectes, von gewissen Objecten afficirt zu werden, und dadurch unmittelbare Vorstellungen von diesen Objecten zu erhalten. Wollte man voraussetzen, unsere Anschauungen wären von der Art, daß sie Objecte an sich selbst, und mithin von unserer Vorstellung ganz unabhängige Dinge darstellten, so würden gar keine Anschauungen a priori, sondern blos empirische, die einen wirklichen Gegenstand und dessen Einwirkung auf unsern Geist verlangen, statt finden.

Digitized by Google

Denn was in einem Objecte an sich selbst enthalten ist, kann nur durch seine Gegenwart erkannt werden. Aber auch bey der Voraussetzung, daß ein Object unsern Geist afficirt, und dadurch eine Anschauung bewirkt habe, bleibt es noch unbegreiflich, wie die Anschauung das Object seinen objectiven Merkmalen nach sollte zu erkennen geben, indem die Eigenschaften des Objectes nicht in unser Vorstellungsvermögen übergehen können, und was in diesem letztern vorkommt, bleibt immer blos Vorstellung, nicht aber die Sache selbst, worauf sich jene beziehet. Wollte man aber auch die Möglichkeit einer Anschauung der Dinge, wie sie an sich selbst sind, zugestehen, so würde doch dergleichen Anschauung niemals a priori, und vor der Gegenwart des angeschaueten Objectes statt finden können, indem, ohne eine solche Gegenwart des Objectes anzunehmen, gar kein Grund der Beziehung unserer Vorstellung auf das Object gedenkbar ist. Da also gar kein reines Erkenntniß von Dingen möglich wäre, wenn unsere Anschauungen Dinge an sich selbst vorstellen sollten, so ist klar, daß die Anschauungen a priori nichts weiter enthalten, als Formen der Sinnlichkeit, welche in dem vorstellenden Subjecte vor allen wirklichen Eindrücken der Gegenstände ursprünglich sich befinden. In der reinen Anschauung ist also unser Geist in einen Zustand versetzet, wo er die ausschließende Freyheit hat, die reinen Formen der Sinnlichkeit auf die möglich zu gedenkenden Begriffe zu bringen. M. s. Raum.

Da sich nun alle unsere Erkenntniß von Dingen zuletzt auf mögliche Anschauungen beziehen muß, indem durch diese allein ein Gegenstand gegeben wird, so kann ein reiner Begriff entweder schon eine reine Anschauung in sich enthalten, oder er enthält nichts weiter als die Synthesis möglicher Anschauungen, welche a priori nicht gegeben sind. Im erstern Falle läßt sich der Begriff auf die reine Anschauung, die ihm correspondirt, zurückbringen, oder die ursprüngliche Thätigkeit unserer Vernunft wird im Erkennen reine Anschauung, mithin wird unsere Erkenntniß

Digitized by Google

intuitiv und apodiktisch. Eine solche findet in der Mathematik statt. Im andern Falle aber wird die ursprüngliche Thätigkeit unseres Geistes nicht Anschauung, sondern sie kommt erst mittelbar durch Begriffe d. h. durch vermittelte Reflexion zum Bewußtseyn, und unsere Erkenntniß wird nur discursiv. Die einem reinen Begriffe correspondirende Anschauung a priori darstellen, heißt den Begriff construiren; daher wird zur Construction eines Begriffs eine nicht empirische Anschauung erfordert, welche also, als Anschauung, ein einzelnes Object ist, aber gleichwohl Allgemeingültigkeit für alle mögliche Anschauungen, welche unter demselben Begriff gehören, in der Vorstellung ausdrücken muß. Es ist folglich auch nur der einzige reine Begriff der Größe, welcher sich construiren läßt. In keiner andern Wissenschaft kann also eine solche apodiktische Gewißheit statt finden, als in der Mathematik.

Da wir nun keine sinnlichen Gegenstände ohne Raum und Zeit wahrnehmen können, mithin solche ohne reine Anschauungen gar nicht gedacht werden können, so erhellet schon hieraus, daß es in der Naturlehre einen reinen Theil geben müsse, auf welchem sich alle Erfahrung gründet, und welcher auf Erkenntniß der Naturdinge a priori beruhet. Etwas a priori erkennen, heißt aber, es aus seiner bloßen Möglichkeit erkennen. Aus bloßen Begriffen kann die Möglichkeit der Naturdinge nicht erkannt werden, weil die Erkenntniß aus Begriffen blos discursiv, nicht intuitiv ist. Um also die Möglichkeit der Naturdinge, d. h. um diese a priori zu erkennen, wird noch erfordert, daß die den Begriffen correspondirende Anschauung a priori gegeben werde, d. h. daß die Begriffe construiret werden. Es ist daher der reine Theil der Naturlehre nur vermittelst der Mathematik möglich, und sie kann folglich nur soviel eigentliche Wissenschaft enthalten, als Mathematik in ihr angewendet werden kann.

Damit nun die Anwendung der Mathematik auf die sinnlichen Objecte möglich werde, müssen Principien der Construction der Begriffe, welche zur Möglichkeit der Na-

Digitized by Google

terie überhaupt gehören, vorausgehen; folglich wird eine vollständige Entwickelung des Begriffs von einer Materie überhaupt zum Grunde gelegt werden müssen. Bey diesem Geschäfte sind aber gar keine besondere Erfahrungen nothwendig, sondern man sucht bloß in dem empirischen Begriffe Materie dasjenige zu zergliedern, was sich auf die reinen Anschauungen im Raume und der Zeit beziehet. Eine solche Zergliederung hängt also blos von unserm Denkvermögen überhaupt ab, und liefert Begriffe und Grundsätze a priori, welche das Mannigfaltige empirischer Vorstellungen allererst in die gesetzmäßige Verbindung bringt, dadurch es empirisches Erkenntniß, d. h. Erfahrung, werden kann.

Reine Anschauungen sind also bloße Formen der Erscheinungen des äußern und des innern Sinnes (Raum und Zeit), mithin nur allein der Objecte möglicher Erfahrungen, und daraus folgt, daß unser gesammter Vernunftgebrauch auf nichts anders gehen könne, als auf Erfahrungsobjecte, und daß die Grundsätze a priori, in welchen nichts empirisches enthalten seyn kann, nichts weiter als Principien der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt seyn können. Da nun die reinen Anschauungen und die Verstandesbegriffe noch vor allen äußern Erscheinungen in unserm Geiste ursprünglich angetroffen werden, und die sinnlichen Erscheinungen für uns nur zufällig sind, so kann sich der Vernunftgebrauch blos auf subjective, nie aber auf objective Nothwendigkeit erstrecken. Denn es ist durchaus nicht möglich, eine solche Nothwendigkeit von etwas anderm herzuleiten, als aus den a priori zum Grunde liegenden Principien der Möglichkeit unsers Denkens selbst, wodurch allein die Erkenntniß der Objecte, deren Erscheinung uns gegeben ist, d. i. Erfahrung möglich, mithin für uns subjectiv nothwendig wird. Gesetzt auch, wir könnten niemals hinreichend die Art erklären, wie Erfahrung dadurch allererst möglich werde, so bleibt es doch unwidersprechlich gewiß, daß sie blos durch die Verstandesbegriffe möglich, und diese Begriffe

Digitized by Google

auch in keiner andern Beziehung, als auf Gegenstände der Erfahrung, einer Bedeutung und irgend eines Gebrauchs fähig sind.

Die Philosophen nach Kant, besonders Fichte und Schelling mit den übrigen neuesten Schellingianern haben den von Kant angeführten Begriff der Anschauung viel weiter ausgedehnt. Diese hatten die große Idee, die ganze Natur aus unserm eigenen Ich entstehen zu lassen. So versteht Schelling unter dem Worte Anschauung die Handlung unsers Geistes, in welcher er aus unbeschränkter und unbeschränkender Thätigkeit in sich selbst ein gemeinschaftliches Produkt, d. h. Materie schafft. Hieraus würde also folgen, daß Anschauung das Höchste im menschlichen Geiste wäre, nämlich dasjenige, welches eigentlich seine Geistigkeit ausmacht. Schelling spricht daher auch von der Construktion der Materie u. s. w. Allein alle diese Ideen sind nur wahre Hirngespinste, welche der Naturlehre nicht den mindesten Eintrag gethan, sondern ihr vielmehr geschadet haben. Denn dadurch hat man die von Kant noch lange nicht widerlegten genauern Ansichten der Naturdinge zugleich mit als Auswüchse des Verstandes verworfen.

Meiner Meinung nach hat Kant aus dem von ihm zum Grunde gelegten Begriffe der Anschauung die richtigsten Folgen zur Grundlegung einer rationalen Naturwissenschaft gezogen. M. s. die Artikel: Raum, Zeit, Grundkräfte.

M. s. Kant's Kritik der reinen Vernunft, an versch. Stellen. Dessen metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Vorrede. Fichte's Wissenschaftslehre. Schellings Naturphilosophie u. s. f.

Aräometer (Zus. zu S. 24. Th. VI.). Der Hr. Prof. Tralles *) hat eine sehr einfache Senkwage angegeben, welche zum Abwägen aller Arten von Körpern sehr vortheilhaft gebrauchet werden kann. Von einem

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXX. S. 394. f.

Digitized by Google

hohlen Körper (Fig. 15.) A geht ein an demselben lothrechtstehender kurzer und dünner cylindrischer Hals B hervor, welcher mit einem dreyfach gebogenen Arme C, D, E vereinigt ist. Den hohlen Körper A bringt man in ein cylindrisches Glas, welches den Arm außerhalb läßt, und setzt das Glas auf ein dazu geeignetes Gestell so hoch, daß eine Schaale F, die an dem unter dem Glase befindlichen Theile des Armes angehängt wird, noch etwas Spielraum behält, sich auf und ab zu bewegen. Nun gießt man eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, in das Glas, und legt auf die Schaale so viel Gewicht, bis eine an dünnem Halse B bemerkte Stelle gerade in die Oberfläche der Flüssigkeit fällt. Die Wage schwimmt alsdenn; damit sie sich aber gerade aufrecht erhalte, muß der untere Theil des Armes E gehörig gestellt seyn, welches durch einiges Versuchen sehr leicht geschehen kann. Man biegt nämlich diesen Theil des Armes E so seitwärts, und verschiebt die auf demselben am Haken hin und her bewegliche Schaale mit den eingelegten Gewichten so lange, bis man eine Stellung trifft, in welcher der Hals B einen rechtwinklichten Stand mit der Oberfläche des Wassers oder der Flüssigkeit annimmt. Diese Stelle merkt man ein für allemal auf E.

Will man nun das Gewicht eines Körpers finden, so legt man denselben auf die Schaale F, und nimmt dafür Gewichte von derselben weg, so lange bis die Wage genau bis an denselben am Halse B befindlichen Punkte eingetauchet ist, als sie es war, da die Schaale blos das Gewichtssystem enthielt. Das abgenommene Gewicht giebt offenbar das Gewicht des Körpers an. Es ist nur darauf zu achten, daß die Temperatur der Flüssigkeit während der Operation sich nicht geändert habe. Ist man davon nicht versichert, so legt man das Gewichtssystem abermals vollständig statt des abzuwägenden Körpers auf, und bemerket, ob mit demselben die Wage genau denselben Stand wieder annimmt, wie zuvor. Geschieht dies nicht, so kann man für das, was man mehr oder weni-

Digitized by Google

gerauflegen muß, in Beziehung auf das Gewicht des Körpers die gehörige Berichtigung machen.

Nimmt man eine hohle Glaskugel und einen metallischen Draht, welchen man in ihre Oeffnung einkittet, und gehörig biegt, so kann man damit sogleich eine Wage zu Stande bringen, mit welcher man Körper, ein Paar Unzen schwer mit der Genauigkeit von einem funfzigsten Theile eines Gräns abwägen kann.

Athmen (Zus. z. S. 142. Th. I.). Ueber das Athmen hat Herr Davy *) sehr schätzbare Versuche angestellet, theils um die Veränderungen, welche die verschiedenen Luftarten durch die Respiration erfahren, auszumitteln, und theils um die Theorie der Respiration zu vervollkommnen. Unter allen respirablen Gasarten, d. h. solchen, die sich durch willkührliche Anstrengungen in die Lungen hineinziehen lassen, hat nach Davy nur die einzige das Vermögen, das Leben dauernd zu erhalten, nämlich die atmosphärische Luft. Alle andere bringen den Tod, wenn man sie fortdauernd einathmet, jedoch auf verschiedene Art.

Einige Luftarten, wie Salpetergas und Wasserstoffgas haben keinen positiven Einfluß auf das venöse Blut, und Thiere sterben in ihnen blos aus Mangel an atmosphärischer Luft. Andere, wie die verschiedenen Arten von Kohlen-Wasserstoffgas zerstören das Leben durch positive Veränderungen des Blutes, welche wahrscheinlich es unmittelbar unfähig machen, die Nerven- und Muskelfasern mit dem Princip der Sensibilität und Irritabilität zu versorgen. Das Sauerstoffgas, welches sich viel länger als jedes andere Gas athmen läßt, zerstört zuletzt das Leben, indem es Veränderungen im Blute hervorbringt, welche anfangs mit neuer Lebenskraft erfüllen.

*) Researches chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide and its Respiration by *Davy*. Lond. 1800. p. 531 — 450. im Auszuge in Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 298. u. f.

Digitized by Google

Oxydirtes Stickgas, mit welchem Davy die meisten Versuche anstellte, hatte auf warmblütige Thiere einen sehr großen Einfluß. Sie starben an demselben viel schneller als in einer gleichen Menge von atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas, doch nicht so schnell, als im Gas, welches auf das venöse Blut nicht wirkt, oder als in irrespirabeln Gasarten. Größere Thiere lebten darin länger als kleinere, alte länger als junge von derselben Art.

Zum Einathmen der verschiedenen Gasarten gebrauchte Davy zwey sehr einfache Gasometer, wovon der größere 200 Cubikzoll atmosphärischer Luft faßte. Hiemit hatte er folgende sehr merkwürdige Versuche angestellt:

Wenn er die Lunge zuvor durch gewaltsames Aushauchen möglichst frey von Luft gemacht hatte, so konnte er, auf einen Athemzug bey einer Temperatur von 61° Fahr. 141 Cubikzoll atmosphärischer Luft einathmen. Beym Ausathmen betrugen diese nur noch 139 Cubikzoll. An Stickstoffgas, Sauerstoffgas und kohlensaurem Gas kamen dabey in die Lunge 103, 37, 1; und aus der Lunge heraus 101, 32, 6 Cubikzoll. Auf das Aus- und Einathmen war $\frac{1}{4}$ Minute Zeit verstrichen. Davy wiederholte diesen Versuch mehreremal, und beständig verschwanden bey einem solchen gewaltsamen einmaligen Athmen 1 bis 3 Cubikzoll Stickgas, und 5 bis 6 Cubikzoll Sauerstoffgas, und entstanden 5, bis 5, 5 Cubikzoll kohlensaures Gas.

Beym natürlichen Athmen athmete Davy im Mittel aus 20 Versuchen bey jedem Athemzuge 13 Cubikzoll atmosphärischer Luft ein, und etwas weniges weniger (ungefähr 12, 7 Cubikzoll) wieder aus. Jene Luft enthielt von den drey genannten Gasarten 9, 5, 1, 4, 0, 1; diese 9, 3, 2, 2, 1, 2 Cubikzoll. Da nun Davy beym ganz gewöhnlichen Athmen in der Minute 26 bis 27mal Athem holte, so folgt aus diesen Versuchen, daß er beym Athmen in jeder Minute 5, 2 Cubikzoll Stickstoffgas und 31, 6 Cubikzoll Sauerstoffgas der atmosphärischen

Digitized by Google

Luft einzog, und 26, 6 Cubikzoll kohlensaures Gas erzeugte.

Als er blos durch die Nase Luft einathmete, so war zwar im Ganzen die Respiration kleiner, das Verhältniß der drey ausgehauchten Gasarten aber nahe daſſelbe, wie bey der vorigen Art.

Nun athmete Davy faſt 1 Minute lang 161 Cubikzoll atmoſphäriſche Luft ein und aus bey einer Temperatur von 63° Fahr. und zwar in 19 tiefen Athemzügen. Dabey verminderte ſich die Luft auf 152 Cubikzoll. Es waren 5, 4 Cubikzoll Stickgas und 9, 4 Cubikzoll Sauerſtoffgas verſchwunden, und dafür 15, 8 kohlenſaures Gas entſtanden. Dieſen Verſuch, den Davy dreymal faſt immer mit denſelben Reſultaten wiederholt hatte, ſieht er als einen vollſtändigen Beweis an, daß das venöſe Blut beym Athmen Stickgas verſchlucke.

Aus dieſen Verſuchen glaubt nun Davy, daß die atmoſphäriſche Luft beym Athmen auf das Blut alſo wirke: das Blutwaſſer abſorbire entweder atmoſphäriſche Luft, oder wenigſtens Sauerſtoffgas aus ihr; das erſtere ſcheint ihm, nach vielen Analogien, wahrſcheinlicher. Abſorbire aber das Blutwaſſer atmoſphäriſche Luft in ihrer unveränderten Beſchaffenheit, ſo könne die Färbung des Blutkuchens von nichts anderm herrühren, als daß die im Serum condenſirte atmoſphäriſche Luft von den rothen Blutheilchen zerſetzet werde, ihr Sauerſtoff ſich mit denſelben verbinde, und der Stickſtoff entweder im Blutwaſſer aufgelöſet bleibe, oder aus demſelben in die Atmoſphäre entweiche.

Wurde nämlich Waſſerſtoffgas eingeathmet, ſo erfolgte keine Verminderung deſſelben, und im Blute wurden auch keine poſitiven Veränderungen bewirkt. Wird hingegen oxydirtes Stickgas eingeathmet, ſo verſchwindet ein Theil deſſelben, zu gleicher Zeit wird kohlenſaures Gas entwickelt, und eine beträchtliche Menge Stickgas wird ausgeathmet. Letzteres war aber keinesweges von dem Einathmen ſeyn im Stickgaſe, mithin muß es durch

Digitized by Google

Zersetzung des oxydirten Stickgases hervorgebracht worden seyn. Indessen war doch die Menge des ausgehauchten Stickgases geringer, als diejenige, welche den Theil des oxydirten Stickgases, der verschwunden war, enthielt, folglich muß ein Theil desselben absorbiret worden seyn. Kann aber ein Theil absorbiret werden, so frägt Davy, warum nicht das Ganze könne absorbiret worden seyn? Findet aber letzteres statt, so muß das Stickgas durch die darauf folgende Zersetzung des absorbirten oxydirten Stickgases, welche durch das Blut bewirkt worden, entwickelt worden seyn.

Da nun die atmosphärische Luft dieselben Bestandtheile, nur in einem abgeänderten Verhältnisse, als im oxydirten Stickgase, enthält, und da man beym Ein- und Ausathmen derselben ebenfalls ein Verschwinden beyder Theile bemerket; so schloß Davy der Analogie nach, daß auch die atmosphärische Luft unzersetzt vom Blute absorbirt werde, und daß das Stickgas, welches entwickelt wird, durch Zersetzung derselben im Blute ausgehauchet werde.

Wenn reines Sauerstoffgas eingeathmet wird, so verschwindet von diesem nach Davy's Versuchen ein weit geringerer Theil in derselben Zeit, als wenn atmosphärische Luft eingeathmet wird. Als Davy z. B. 182 Cubikzoll reines Sauerstoffgas eine halbe Minute lang einathmete, so verschwanden 11, 4 Cubikzoll von demselben; dagegen 15, 6 Cubikzoll, wenn ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft eingeathmet wurde. Hieraus zieht Davy die Folge, daß das Sauerstoffgas keineswegs zur Respiration so tauglich ist, als die atmosphärische Luft.

Diesen Erfahrungen Davy's sind aber die Erfahrungen von Pfaff entgegen. Dieser fand nicht allein beym Einathmen des reinen Sauerstoffgases die ganze Verminderung des Volumens größer, als bey der Respiration der atmosphärischen Luft, sondern er bemerkte auch, daß weit mehr kohlensaures Gas gebildet wurde. Beym Einathmen von 100 Cubikzoll atmosphärischer Luft wurden 5, 8 Cubikzoll Kohlensäure, beym Einathmen eines glei-

Digitized by Google

den Volumens Sauerstoffgas. dagegen 8, 2 Cubikzoll Kohlensäure gebildet.

Ueber den Ursprung dieser Kohlensäure sind die Naturforscher nicht ganz einig. Mehrere haben angenommen, sie werde in den Lungen gebildet, indem sich der in der atmosphärischen Luft befindliche Sauerstoff mit dem aus dem Blute abgeschiedenen Kohlenstoffe verbindet. Dagegen behaupten aber andere, daß die Kohlensäure im Blute schon völlig gebildet enthalten ist, und zu derselben Zeit, wenn selbiges Luft absorbirt, von diesem geschieden wird; diese letzte Meynung muß ohne Zweifel als die richtige angenommen werden, wenn es gewiß ist, daß die Luft, ohne zersetzt zu werden, von dem Blute absorbirt werde. Spallanzani's neuere Versuche scheinen auch dieser Meynung das Uebergewicht zu geben. Frisch getödtete Würmer gaben sowohl im reinen Stickgase, als im reinen Wasserstoffgase, Kohlensäure, und zwar in größerer Menge, als wenn sie in atmosphärischer Luft eingeschlossen worden wären. Würmer, welche einige Stunden in irrespirablen Luftarten leben konnten, wurden in Gasarten, die keinen Sauerstoff enthielten, gebracht: es wurde übrigens eine größere Menge Kohlensäure erhalten, als wenn sie sich in atmosphärischer Luft befunden hätten. Aus diesen Erscheinungen glaubte Spallanzani folgern zu können, daß die Kohlensäure nicht ein Produkt sey, welches durch Verbindung des vom Thiere hergegebenen Kohlenstoffs mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre gebildet werde, sondern daß es als Edukt aus dem Körper des Thieres abgeschieden werde.

Nach Allen und Pepys ist das Volumen Kohlensäure, das bey der Respiration erzeuget wird, genau dem Volumen Sauerstoffgas gleich, welches bey der Respiration verschwand. Daraus ließ sich schließen, daß kein Sauerstoffgas absorbiret werden konnte, weil zur Bildung der Kohlensäure ein gleiches Volumen Sauerstoffgas nöthig war. Nach ihnen ist die Menge Kohlensäure in einer Minute 27½ Cubikzoll.

Digitized by Google

tionen des Gehirns aufhörten, hingegen die Funktionen des Herzens und der Lungen, und die Modifikationen des Bluts, welche eine Folge dieser letztern seyn, noch fortgingen. Uebrigens fügt er noch hinzu, daß keine einzige der bisherigen Theorien die Quelle der thierischen Wärme auf eine genügende Weise nachweisen könne.

So viele Versuche man aber auch mit der Respiration mit warm- und kaltblütigen Thieren gemacht hat, so ist man doch bis jetzt noch nicht im Stande, die chemischen Veränderungen, welche durch die Respiration hervorgebracht werden, auf eine genügende Art zu erklären. Alle darüber aufgestellte Hypothesen sind mangelhaft. Nach Murray *) muß die Umwandlung des arteriellen Blutes in venöses, als das Resultat eines durch die thierische Oekonomie in den feinsten Gefäßen bewirkten chemischen Prozesses angesehen werden, und sowohl diese Verwandlung, als die des venösen in arterielles Blut, in Folge von Veränderungen in der letzten Zusammensetzung der bekannten nächsten Bestandtheile des Blutes statt finden, nicht aber durch die abwechselnde Mittheilung und Entziehung eines Bestandtheils, den es in dem Zustande einer lockern Verbindung aufgelöset enthält, bewirkt werden. Dieser Ansicht zufolge gibt Murray folgende Erklärung:

Das Blut ist die Quelle, aus welcher die Produkte des ganzen thierischen Systems gebildet werden. Was von demselben für die genannten Zwecke verwendet wird, ersetzt der Chylus, eine weniger animalisirte Flüssigkeit als das Blut selbst. Der Kohlenstoff scheint in einem weit geringern Verhältnisse in die Zusammensetzungen thierischer als in die der vegetabilischen Substanzen einzugehen, es wird daher in den äußersten Gefäßen von den Bestandtheilen des Blutes, welches die festen und flüssigen Theile der Thiere bildet, Kohlenstoff als überschüssiger Bestandtheil zurück bleiben, und dieser scheint die Umwandlung des arteriellen Blutes in venöses zu bewirken.

*) Elements of Chimistry. Vol. II. p. 448.

Digitized by Google

Beym Athmen wirkt der Sauerstoff der eingeathmeten Luft auf die ausgedehnte Oberfläche des durch die Lunge circulirenden Bluts, entzieht diesem einen Theil seines Kohlenstoffes, und bildet damit Kohlensäure, zugleich bewirkt es dadurch die Umwandlung des venösen Bluts in arterielles; es wird zugleich der Anhäufung von Kohlenstoff vorgebeugt, und das nöthige Verhältniß unter den Bestandtheilen des Blutes erhalten.

M. s. chemisches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Art. Athmen. Gilbert's Annalen der Physik, B. XIX. p. 298. f. B. XLVI. S. 80. f.

Atmosphäre der Sonne (Zus. z. S. 153. Th. I.). Der Herr Professor Huth war so glücklich, im Jahre 1805 zwischen der Hälfte des Jännars bis zum 4ten Februar 14 Tage lang alle Abend bis 9 Uhr das Zodiakallicht zu beobachten. Bisweilen hatte es eine rosenrothe Farbe mit einem eigenen Flimmern. Mairan's Hypothese hält er für unrichtig.

Dem Herrn D. Horner, Astronomen bey der russischen Entdeckungsfahrt unter dem Kapitän v. Krusenstern, scheint in einem Schreiben an Herrn D. Olbers von der Insel Atomery bey Brasilien vom 15ten Jän. 1804 das Zodiakallicht in der heißen Zone eine regelmäßige Erscheinung zu seyn. Er sahe dasselbe in jeder sternhellen Nacht.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 248.

Atmosphäre der Sonne (Zus. z. S. 154. Th. I.). Herr D. Herschel *) hat aus seinen zahlreichen und sorgfältig angestellten Beobachtungen an dem für uns so wichtigen Himmelskörper, der Sonne, die sehr wahrschein-

*) Observations tending to investigate the nature of the Sun, in order to find the causes or symptoms of its variable emission of light and heat. With remarks on the use that may possibly be drawn from solar observations. übersetzt vom Herrn Prof. Ideler in Bode's astronom. Jahrb. 1805. 1806. S. 218. S. 223. f.

Digitized by Google

liche Folge gezogen, daß die Sonne an und für sich ein dunkeler planetenartiger bewohnbarer Körper sey, der mit einer Atmosphäre umgeben ist, in welcher leuchtende und überdem dunkelere mit den unsrigen ähnliche Wolken schwimmen. Eine sehr große Reihe von Beobachtungen läßt ihm gar keinen Zweifel übrig, daß in den obern Regionen von dem Sonnenkörper in beträchtlicher Entfernung die glänzenden Sonnenwolken sich befinden, in den niedern Regionen aber die mehr dunkeleren, welche den unsrigen ähnlich sind. Da nach ihm von denjenigen Stellen des dunkeln Sonnenkörpers, welche durch Abwesenheit der glänzenden Wolken entblößt, mit der glänzenden Oberfläche der Sonne verglichen, wahrscheinlich nicht mehr als 7 Strahlen von 1000 reflektiren, so könne man sich diese außerordentliche Dunkelheit nicht erklären, wofern man nicht voraussetze, daß keine andere Strahlen zu dem Sonnenkörper, als durchgesandte, gelangen können. Hiernach scheine es, daß die Wolken ein sehr wirksamer Vorhang seyn müßten, um den außerordentlichen Glanz der obern Regionen von dem Sonnenkörper abzuhalten. Eben diese doppelte Region der Sonnenwolken gebe einen hinreichenden Beweis von der Existenz einer Sonnenatmosphäre ab. Die niedrigen Wolken nämlich könnten blos durch ein dünneres elastisches Medium getragen werden, worin sie sich frey nach allen Richtungen zu bewegen im Stande wären. Eben dasselbe müsse aber auch von den selbstleuchtenden Wolken der obern Region gelten; denn obgleich diese nicht, wie die niedern Wolken, in der planetarischen Atmosphäre der Sonne schwämmen, so erhelle doch aus der Beobachtung klar, daß sie sich in gewissen gegebenen Höhen regelmäßig lagerten, welches blos dem specifischen Gewichte der Gasarten zugeschrieben werden könne, welchen sie ihre Existenz verdankten. Da überdies die Sonnenatmosphäre elastisch sey, so könne sie nicht anders, als durch ihre Gravitation zur Sonne in Schranken gehalten werden, eben so wie die Luft durch ihr Gewicht zur Erde niedergedruckt werde. Es müsse sich daher die

Digitized by Google

Sonnenatmosphäre beträchtlich über die höchsten Gegenstände auf dem Sonnenkörper ausdehnen.

Da nun ferner bewiesen worden, daß die Gravitation der Körper auf der Oberfläche der Sonne 27mal größer als bey uns sey, so müsse auch die Dichtigkeit der elastischen Materie, aus welcher die Sonnenatmosphäre bestehe, weit größer, als die der unsrigen seyn, nach Verhältniß der größern Kraft, durch welche sie comprimiret werde.

Ueberdem hatte auch Herr Herschel mehrere Mal beobachtet, daß die Sonnenwolken in verschiedenen Augenblicken sich verschiedentlich bewegen, welches aber nicht erfolgen könne, wofern nicht vorausgesetzet würde, daß die Atmosphäre, in welcher sie schwämmen, ebenfalls in großer Bewegung wäre. Und wirklich müßten die beständigen leuchtenden Zersetzungen in den obern Regionen, und die daraus folgende nothwendige Wiedererzeugung der atmosphärischen Gase, welche diese Zersetzungen unterhielten, und sich wahrscheinlich unter den untern wolkigten Regionen in der Nähe der Sonnenoberfläche entwickelten, unvermeidlich mit großen Erschütterungen begleitet seyn.

Auch schließt Herr Herschel aus seinen Beobachtungen, daß sich ein klarer atmosphärischer Raum zwischen dem festen Sonnenkörper und den niedrigsten Regionen der Wolken befinden müsse. Es finde nämlich eine freye Bewegung der Wolken statt, welche beträchtlich niedriger als gewöhnlich über eine Oeffnung zögen, und von diesen könne man nicht annehmen, daß sie in unmittelbarer Berührung mit dem Sonnenkörper wären.

Eben so erhelle auch aus seinen Beobachtungen, daß die Sonnenatmosphäre transparent wäre.

Atomen (Zus. z. S. 160. Th. 1.). Die Atomistik oder die Corpuscularphilosophie hat von jeher die meisten Anhänger gehabt, und noch jetzt sind die angesehensten Physiker diesem Systeme zugethan. Die neuern Atomistiker sind von der Vorstellung der ältern beträchtlich abgewichen. Fast alle jetzige Naturforscher nehmen an, daß

Digitized by Google

die Atome materielle Theilchen sind, die gar nicht mehr vermindert werden können, und welche mit anziehenden und abstoßenden Kräften begabt sind. Sie nehmen an, daß jeder Körper aus einer Anhäufung von Atomen, die von zwey Kräften unter einander im Gleichgewichte erhalten werden, von welchen die eine eine wechselseitige Anziehung ist, strebend die Theilchen einander zu nähern; die andere eine zurückstoßende Kraft, welche wahrscheinlich mit der Wärmethätigkeit einerley ist; diese sucht die Atome von einander zu entfernen. Dalton *) unterscheidet drey verschiedene Zustände der Körper, welche besonders die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen haben; nämlich den elastisch flüssigen, den tropfbar flüssigen und den festen. Bey diesen dreyfachen Zuständen der natürlichen Körper nimmt er an, daß die Atome aller dieser Körper kugelförmig und mit einer Wärmeatmosphäre umgeben sind. Nach ihm ist ebenfalls die Wärmematerie die Ursache der Repulsion, und zugleich die Ursache der Elasticität der elastisch flüssigen Körper. Indessen sind aber die kugelförmigen Atome der verschiedenen elastisch flüssigen Körper nicht von einerley Größe. Bey tropfbar flüssigen Körpern beschränken sich die kugelförmigen Atome durch das Gleichgewicht der beyden Kräfte, der Zurückstoßung und Anziehung. Was endlich die festen Körper betrifft, so sucht Dalton den wesentlichen Unterschied der tropfbar flüssigen und festen Körper vorzüglich darin, daß der Wärmestoff die Figur der Atome der erstern stetig und stufenweise verändert, während sie den tropfbaren flüssigen Zustand beybehalten; bey den festen Körpern hingegen sey es wahrscheinlich, daß eine Temperaturveränderung nur eine Veränderung der Größe, nicht aber der Anordnung der Atome zur Folge habe. Dalton wendet um dieses sein atomistisches System vorzüglich auf chemische Trennung und Verbin-

*) Neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft, aus dem Engl. übers. von Wolff. 2 Theile. 8. Berlin, 1813.

Digitized by Google

dung dieser verschiedenen Atome an, und sucht auf eine ihm eigene Art die chemischen Verbindungen auf gewisse Ordnungen zurückzubringen, in welchen sie statt finden können.

Biot *) nimmt zwar keine eigene Gestalten der ersten Theilchen, oder Atomen der Körper, wie Dalton, an, sondern scheint vielmehr aus seinen gegebenen Erklärungen über die verschiedenen Zustände derselben unendlich verschiedene Formen derselben vorauszusetzen; behauptet aber, daß jeder Atom mit einer anziehenden und zurückstoßenden Kraft begabt ist, welche letztere er ebenfalls für die Wärmethätigkeit annimmt. Unerachtet die Atome, sagt er, so klein sind, daß man gänzlich außer Stand ist, ihre Gestalt zu beobachten, so hat man sich doch davon überzeuget, daß, da sie sich in einiger Entfernung von einander befinden, sie nach Verschiedenheit der Seiten, welche sie einander darbieten, verschiedene Anziehungen auf einander äußern. Die Unterschiede werden vorzüglich dann bemerkbar, wenn die tropfbar flüssigen Körper in den Zustand der festen Körper übergehen; auch sieht man die Wirkung bey den Krystallen, bey welchen die Atome sich auf eine eigenthümliche Art ordnen und anlegen, welche, wenn ihre Annäherung langsam und ohne Hinderniß erfolgen kann, für jede Substanz verschieden ist.

Andere Physiker, wie Herr Munke **), bemerken, daß man jetzt sehr irrig der Atomistik die dynamische Lehrart oder die naturphilosophische Ansicht entgegenstelle, und daß man behaupte, der Atomistiker könne aus der Beschaffenheit der Atome gar keine Naturphänome erklären. Von der ältern Ansicht sey man nämlich völlig abgewichen: Atome, Elemente u. s. w. seyn die unendlich kleinen Theile, auf welche wir bey fortgesetzter Theilung der Körper zurückkämen, welche für sich zu erkennen durchaus

*) Naturlehre aus dem Französ. übersetzt. Th. 1.

**) Anfangsgründe der Experimentalphysik. Heidelberg, 1819. 8. §. 7. in den Anmerk.

Digitized by Google

unmöglich sey, eben weil sie unendlich klein seyn, weßwegen weder über ihre Form, noch ihre Größe, beyde mit dem Unendlichkleinen unvereinbar, etwas Gewisses ausgemacht werden könne. Wenn im Einzelnen von den Gestalten dieser Elemente die Rede sey, so hätten wir dies als Versuche des combinirenden Scharfsinnes anzusehen, ob die Formen der Körper und ihre Erscheinungen sich auf gewisse Formen der Elemente zurückbringen lassen, welche indeß bloß für hypothetisch ausgegeben würden, und wobey man sich noch außerdem der Zahlen bediene, durch welche der Ausdruck des der klaren Vorstellung entschwindenden Unendlichkleinen allerdings möglich sey. Bey solchen Versuchen dürfe man sich aber nie von der Erfahrung, der einzigen Grundlage aller wahren Naturerkenntniß entfernen, durch welche eine Menge, in ihrer Anwendung höchst fruchtbarer Wahrheiten aufgefunden seyn, während die sogenannten naturphilosophischen Speculationen noch keine einzige Entscheidung aufzuweisen hätten. Sonst glaubt Herr Munke nur die einzige im Wesen aller Materie gegründete allgemeine Kraft, nämlich die Attraction, annehmen zu dürfen. Aus dieser ließen sich mit ziemlicher Zuverlässigkeit die Gravitation, die Cohäsion, Adhäsion und Affinität als Modificationen derselben ableiten. Weit weniger lasse sich mit Gewißheit bestimmen, ob die verschiedenen Zustände der Körper, wonach sie bald als fest, bald als flüssig; als tropfbar oder elastisch flüssig erscheinen, aus entgegengesetzten Kräften, oder aus der absoluten Repulsion der Wärme, oder endlich aus einer eigenthümlichen Qualität der constituirenden Bestandtheile abzuleiten seyn.

Ob endlich die Körper bey der großen Verschiedenheit ihrer Bestandtheile und Aggregatform aus unendlich kleinen Theilen im strengsten Sinne bestünden, sey schwer auszumachen.

Daß die neuern Atomistiker von den ältern beträchtlich abweichen, und schon dadurch dem Dynamiker sich mehr nähern, daß sie den kleinsten Theilchen der Materie,

Digitized by Google

mithin der Materie überhaupt, wesentliche Kräfte, nämlich zurückstoßende und anziehende, beylegen, ist wohl gewiß; allein die Annahme der Atome hat noch zu viel Willkührliches, welches unserer Einbildungskraft einen weiten Spielraum eröffnet, die Erklärungsgründe so zu modeln, daß sie den gegebenen Erscheinungen anpassen müssen. Daß dies aber keine wahre Erklärung sey, sagt uns schon die Vernunft. Wenn wir alles Hypothetische bey Erklärungen der Naturphänomene entbehren können, so muß dies natürlich Gewinn für die Wissenschaft seyn. Nun ist das Materielle für uns blos zufällig, eine Erscheinung oder ein Phänomen unserer sinnlichen Anschauung, wovon wir eigentlich gar nichts wissen, mithin die Construktion der Materie ein leerer Traum. Die Erfahrung kann uns daher unmöglich auf die letzten Grundursachen zurückführen, aus welchen die Naturerscheinungen erkläret werden können, und diejenigen Naturforscher, welche in der Physik durchaus nichts als bloße Erfahrungen zulassen wollen, können gar keine Naturerscheinung anders, als durch Hypothesen erklären. Bey der Voraussetzung der kleinsten Theilchen, oder Atome, wenn man sie auch mit anziehenden und zurückstoßenden Kräften begabt gedenkt, treten nicht allein alle die im Artikel: Atomen, angeführten willkührlichen Gesetze, welche selbst der Erfahrung entgegen sind, ein, sondern sie führen auch oft auf Ungereimtheiten. So spricht z. B. der sonst sehr geschätzte Dalton bey chemischen Verbindungen ungleichartiger Elemente von halben Atomen, da er doch die Untheilbarkeit der Atome als etwas Wesentliches voraussetzet. Die mathematischen und Experimentalphysiker mögen sich also wenden und drehen wie sie wollen, so müssen sie, wenn sie nicht alles hypothetisch erklären wollen, einen reinen Theil der Naturwissenschaft voraussetzen, der blos von der ursprünglichen Thätigkeit unsers Verstandes abhängt, und der sich auf reine Anschauung gründet. Dieser Theil ist der rein dynamische, so wie ihn Kant glücklich ausgeführet hat. Obgleich diese seine Naturwissenschaft von

Digitized by Google

mehreren ist bestritten und von manchen sogar als grundlos gehalten worden, so hat man ihn nicht gehörig verstanden, und seine Kritik der reinen Vernunft nicht studiret, worauf sich die metaphysische Naturwissenschaft gründet. Unter den Artikeln: Raum, Materie und Grundkräfte werde ich meine Meinung darüber ausführlich und deutlich zu entwickeln suchen.

Wollen wir also bey Erklärung der Naturphänomene so viel möglich alles Hypothetische entfernen, so bleibt uns kein anderer Weg übrig, als sie auf rein dynamische d. h. in der reinen Anschauung erkennbare Gründe zurückzuführen.

Auflösung (Zus. z. S. 173. Th. I.). Daß die Auflösung eine Folge der gegenseitig in einander wirkenden Kräfte der in Berührung kommenden Materien ist, darüber sind jetzt alle Physiker und Chemiker einig, selbst die neuern Atomistiker, welche den Atomen abstoßende und anziehende Kräfte beylegen. Versteht man nun unter der Auflösung die Wirkung zweyer ungleichartiger Materien gegen einander, so fern sie durch ihre Kräfte wechselseitig die Theile der Materien von einander trennen und dadurch sich so mit einander verbinden, daß sie eine dritte Materie von eigenen Eigenschaften hervorbringen, so kann eigentlich nach der Vorstellung der Atomistiker gar keine wahre Auflösung statt finden, sondern höchstens die Trennung des aufzulösenden Körpers in seine Atome. Indessen ist doch durch die Annahme der zurückstoßenden und anziehenden Kräfte der Atomistiker der für die Chemie so wichtige Prozeß, nämlich die Auflösung, durch die neuern Chemiker, tiefer, gründlicher und weit vollkommener, als vormals ins Licht gestellet werden. Lavoisier, der Begründer des neuern Systems der Chemie, und Bergmann schienen der Meinung zu seyn, daß es fast bey allen chemischen Verbindungen etwas Eigenthümliches sey, daß sie nach einem einzigen, oder doch nur nach sehr wenigen festen Verhältnissen der Bestandtheile erfolgen, welche unter allen Umständen dieselben

Digitized by Google

wären. Lavoisier *) macht einen Unterschied zwischen Lösung (Solution) und Auflösung (dissolution). Die erstere findet da statt, wo eine bloße Trennung des aufzulösenden Körpers durch das Auflösungsmittel erfolget, wie z. B. wenn Kochsalz in Wasser aufgelöset wird; bei der Auflösung hingegen soll zugleich Zersetzung und Wahlanziehung statt finden.

Bertholet †) in seinem schätzbaren Werke (Versuch einer chemischen Statik) war der erste, welcher die Ursachen und Bedingungen der festen Verhältnisse in den Mischungen zu entwickeln suchte. Nach ihm ist die chemische Verwandtschaft eine allgemeine Naturkraft, welche alle ungleichartige Körper zu andern neuen Körperarten zu vereinigen strebt, und zwar nach einem von ihm aufgestellten Gesetze der chemischen Masse. Nach ihm würde diese Vereinigung durch die wirkenden chemischen Kräfte nach allen möglichen Verhältnissen mit einer Stärke statt finden, welche von der ursprünglichen Intensität dieser Kräfte und von den Massen abhängt, wofern nicht durch Anziehungen und Zurückstößungen der auf mannigfaltige Art in einander wirkender ungleichartiger Materien den Verbindungen gewisse Grenzen gesetzt würden. Daß dies Gesetz das höchste für alle chemische Erscheinungen in der Natur sich befinde, hat Bertholet durch alle bekannte chemische Erfahrungen darzuthun gesucht. Er behauptet, daß alle chemische Mischungen ohne Ausnahme auf diesem Gesetze beruhen, und daß es nur im Wesentlichen eine einzige Art von chemischer Vereinigung gebe, welche in Lavoisier's Lösung und Auflösung eine und dieselbe, und nur in den Auflösungen anders modificirt ist. Wirken nämlich zwey ungleichartige Materien, wovon die eine flüssig ist, nur mit schwacher auflösender Kraft

*) Traité elementaire de Chimie T. II. c. 6.

†) Essai de statique chimique p. C. L. Berthollet 2 Vol. Par. 1803. übers. von Bartholdy und Fischer. I—II. Band. Berlin 1811. 8.

Digitized by Google

auf einander, so gehen sie häufig mit einander zweyerley Verbindungen ein, in welchen sich einigermaßen entgegengesetzte Kräfte zeigen, indem sich die Wirkung damit anhebt, daß die festen Theilchen sich mit den flüssigen sättigen, so weit ihre Wirkungssphäre reicht, und wenn dadurch die Cohäsion geschwächt ist, der flüssige Körper diese Verbindungen von einander entfernet, und gleichförmig in sich verbreitet, wobey ein zweyter Zustand von Sättigung entsteht. Eben dadurch verschwindet die wesentliche Ungleichartigkeit, welche viele Chemiker zwischen den Auflösungen und den eigentlichen chemischen Vereinigungen, und Lavoisier zwischen Lösung und Auflösung zu sehen glaubten. Dadurch wird die gesammte chemische Wirkung auf ein einziges allgemeines Gesetz zurückgebracht, welches blos durch die Umstände und durch andere einwirkende Kräfte modificirt wird. Nach demselben sind also alle Auflösungen so wie überhaupt alle chemische Verbindungen auf einander folgende Vereinigungen nach unendlich vielen Verhältnissen, feste und gewisse Grenzen nicht überschreitende Verhältnisse sind blos Einschränkungen, welche durch die auf unendlich viele Art gegen einander wirkenden Kräfte erfolgen. Bey solchen Materien, welche sich in ihrer Berührung durch Einwirkung ihrer gegenseitigen Anziehungen bis zu einem Maximum für ein gewisses Verhältniß der Mischung verdichten, kann nach Bertholet blos nach diesem constanten Verhältnisse eine chemische Verbindung statt finden, wenn sie auch nach andern Verhältnissen gemengt werden. Alle Verbindungen nach festen Verhältnissen, meint Bertholet, entstehen auf diese Art, und finden besonders bey Gasarten statt. Solche Materien dagegen, welche sich bey ihrer Berührung nur wenig verdichten, verbinden sich nach alten Verhältnissen, bis endlich durch die sogenannte Sättigung eine gewisse Grenze entsteht. Wenn die chemische Kraft noch schwächer wird, so tritt der Zustand von zweyerley Sättigung ein, welcher das Eigenthümliche der Auflösungen ausmacht, indem sich als-

Digitized by Google

dann die entstehende Vereinigung gleichförmig durch das Auflösungsmittel verbreitet.

Bertholet hatte durch diese seine scharfsinnigen Untersuchungen einen sehr wichtigen Schritt in der noch so wenig bearbeiteten Lehre der chemischen Verbindungen gethan, indem er sie aus den damals bekannten chemischen Erfahrungen zu entwickeln gesucht hatte. Es bleibt für ihn beständig ein großes Verdienst, eine so große Menge chemischer Erscheinungen auf ein einziges allgemeines Gesetz zurückgebracht zu haben, in welchem auch wirklich das Wahre liegt, auf welchem dieser schwierige Theil der Chemie sich gründet, daß nämlich solche chemische Verbindungen ganz allein von der gegenseitigen Einwirkung der den Materien inhärirenden Kräfte, welche in Berührung kommen, und von andern äußern einwirkenden Umständen abhangen. Das Zufällige aber, mithin das bloße Erfahrungsmäßige muß in den unendlich verschiedenen Modifikationen dieser Kräfte und in der Einwirkung anderer äußerer Umstände, z. B. Wärme, Licht, Electricität u. s. aufgesuchet werden. Eben weil die chemischen Erfahrungen zu Bertholet's Zeiten bey weitem noch zu gering waren, so konnte es nicht fehlen, daß die aus seinem Gesetze der chemischen Masse gezogene Folge, daß nämlich die Natur bestrebt sey, progressive Verbindungen nach allen möglichen Verhältnissen zu bilden, durch widersprechende Erfahrungen angetastet wurde. Gleich nach der Erscheinung von Bertholet's chemischer Statik trat Proust gegen Bertholet auf, welcher schon vorher eine Menge chemischer Versuche angestellet hatte, die der Bertholet'schen Behauptung ganz entgegen waren. Unter andern suchte Proust zu beweisen, daß Bertholet in den chemischen Vereinigungen einen wesentlichen Unterschied übersehen habe, und behauptete, daß an die Stelle von Bertholet's allgemeinem Gesetze der chemischen Wirksamkeit ein anderes gesetzet werden müsse, welches er das Gesetz der unveränderlichen Proportionen nannte,

Digitized by Google

wovon unter dem Artikel: **Verwandtschaft**, mehr nachzulesen ist.

Durch die sehr vielfältigen Versuche wurde **Proust** veranlaßt, einen wesentlichen Unterschied zwischen **eigentlichen chemischen Verbindungen** (combinaisons) und **Zergehungen** (dissolutions) zu machen; erstere sollen nämlich nur zwischen zwey, höchstens drey Grundstoffen statt finden, und stets nur in einem einzigen oder in sehr wenigen beständigen Mischungsverhältnissen erfolgen, dem Gesetze fester Proportionen gemäß. Die Zergehungen aber sollen Vereinigungen dieser Verbindungen unter einander, und daher bloße secundaire Zusammensetzungen, häufig von vier, fünf und mehreren Verbindungen seyn, die dem Gesetze der festen Proportionen nicht unterworfen sind, sondern nach höchst verschiedenen, blos zufälligen Verhältnissen erfolgen. Man hat aber dieser Eintheilung mit Recht außer mehreren Erfahrungen, welche sie nicht gestatten, noch folgendes entgegengesetzet: 1. sey es noch nicht völlig erwiesen, daß die sogenannten Grundstoffe **einfache** Materien seyn, vielmehr würde ihre Zusammensetzung aus andern Bestandtheilen immer wahrscheinlicher, und es müßten daher die Grundstoffe selbst als **Zergehungen** betrachtet werden, und 2. sey ebenfalls nicht erwiesen, daß der Grund der Abweichung der Zergehungen vom Gesetze der wahren Verbindungen auf einer wesentlichen Veränderung der Mischungskräfte der Grundstoffe beruhe. Demungeachtet haben doch mehrere Chemiker nicht ohne Grund die Eintheilung von **Proust** mit gewissen Modifikationen angenommen. **Proust** hatte nur die wahren unterscheidenden Merkmale der Verbindungen und Zergehungen nicht gehörig erwogen. **Bertholet** selbst nahm in den Wirkungen der chemischen Kräfte eine wesentliche Verschiedenheit an. Bey allen Auflösungen sollen nach ihm die gegenseitig einwirkenden Kräfte beyder Materien nur schwach seyn, und alsdann sollen zwey verschiedene Vereinigungen entstehen: der aufzulösende Körper verbindet sich nämlich mit dem Auflösungs-

Digitized by Google

mittels innerhalb der Sphäre seiner Wirksamkeit, und zwischen diesen Verbindungen und der übrigen Portion des Auflösungsmittels tritt ein zweyter Zustand der Sättigung ein, der sich durch gleichförmige Verbreitung des erstern durch das letztere, oder umgekehrt, äußert, mithin gerade durch das, worin Lavoisier das Wesentliche seiner Solutions setzte. Diese gleichförmige Verbreitung durch einander, nach progressiven Verhältnissen zwischen zwey Grenzen, wie wir sie bey den Auflösungen wahrnehmen, ist etwas ganz Eigenthümliches; das wir nur bey gewissen Arten von chemischen Vereinigungen bemerken, indeß die meisten andern an einige feste Verhältnisse unabänderlich gebunden sind. Man kann daher sehr gut wahre Verbindungen von Zergehungen unterscheiden, wenn man unter den erstern Vereinigungen nach wenigen festen Mischungsverhältnissen, und unter den andern Vereinigungen nach progressiven unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen, mehrentheils innerhalb bestimmter Grenzen, versteht. Eine solche Unterscheidung zwingt uns keineswegs, gänzlich abzuläugnen, daß diese beyden Klassen von Vereinigungen aus demselben Gesetze der in einander wirkenden chemischen Kräfte abhangen; auch setzt sie keineswegs die Bedingung voraus, daß die Verbindungen bloße Vereinigungen der Grundstoffe, und Zergehungen allein secundaire Vereinigungen zwischen schon gebildeten Verbindungen wären. Uebrigens s. m. die mit der Auflösung in Verbindung stehenden Artikel: Stöchyometrie, Verwandtschaft.

Da die chemisch in einander wirkenden Kräfte der in Berührung kommenden ungleichartigen Materien durchaus nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, mithin in der reinen Anschauung nicht erkannt werden können, sondern ganz allein aus den Erfahrungen entwickelt werden müssen, so entsteht nun die äußerst wichtige Frage, wie wirken diese Kräfte auf einander, um das bestimmte chemische Produkt zu erhalten? Gewöhnlich belegt man die in einem unendlich verschiedenen Grade in

Digitized by Google

einander wirkenden Kräfte mit dem Namen der **Modifikationen** derselben. Es ist daher der größte Vorwurf der Naturforscher, diese Modifikationen erfahrungsmäßig darzustellen. Eins der vorzüglichsten Verdienste, welches sich **Bertholet** um diesen Gegenstand erworben hat, besteht besonders darin, daß er ganz unwiderleglich dargethan hat, es sey eine vergebliche Mühe, die chemischen Erscheinungen durch Annahme einer einzigen Kraft erklären zu wollen. Um also jene Modifikationen gehörig zu entwickeln, muß man zugleich auf alle mögliche äußere Umstände, welche bey chemischen Vereinigungen mitwirken können, sehen. Da aber die geringste Verschiedenheit der mit einwirkenden Kräfte auf die Verschiedenheit der chemischen Verbindungen einen großen Einfluß hat, und die Art ihrer Wirkung so leicht nicht allemal erkannt werden kann, so ist es mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden, durch die bis jetzt bekannten Erfahrungen die Modifikationen der chemischen Kräfte zu bestimmen. Vielleicht sind dazu noch mehrere Jahrhunderte erforderlich, und vielleicht ist es nicht einmal der Menschheit möglich, in eine solche Tiefe der Natur zu blicken: denn Erfahrungskenntnisse sind nie apodiktisch, und folglich nur so lange für uns wahr, als sich von dieser oder jener Regel keine Ausnahme findet. Herr Professor **Hildebrandt** *) hat auf einige Thatsachen aufmerksam gemacht, welche zur Aufhellung dieses Gegenstandes dienen. Zuerst macht er aber auf folgende wichtige Verschiedenheiten der Mischungen und dadurch entstehenden Gemische aufmerksam.

In der ersten Art der Mischung verbinden sich zwey Materien so mit einander, daß zwar beyde bis auf die kleinsten erkennbaren Theile des Raums, welchen sie erfüllen, mit einander vereinigt erscheinen, aber dennoch das ganze Gemisch die specifischen Eigenschaften sowohl der einen, als der andern, nur in inniger Verbindung,

*) Ueber die Modifikation der Materie in Gehlen's neuem Journ. der Chemie. S. 605. B. 5.

Digitized by Google

an sich trägt. Von dieser Art ist die Mischung solcher Stoffe, die keine entgegengesetzten Eigenschaften besitzen. Dahin gehören z. B. 1. die Auflösungen von Mittelsalzen oder Neutralsalzen im Wasser, welche von einigen Chemikern eben deswegen lösungen genannt werden, um sie von wirklichen Auflösungen zu unterscheiden. Daß diese Verbindungen keine bloße Gemenge sind, davon überzeugt uns die vollkommene Durchsichtigkeit, und die Bindung der Wärme, die bey Auflösung der Neutralsalze im Wasser erfolgt. Daß aber doch eine niedrigere Stufe der Vereinigung hier statt findet, als bey den Mischungen der zweyten Art sieht man an dem unveränderten Geschmacke der aufgelöseten Salze, an dem wasserähnlichen Ansehn des Ganzen, an der Wasserausdünstung bey gelinder Wärme, ja schon in der gewöhnlichen Temperatur, an der Ausscheidung der Salzkrystalle durch bloße Erniedrigung der Temperatur, und endlich auch daran, daß, wenn eine solche Salzlauge in einem nach Verhältniß der Weite sehr tiefen Gefäße lange ruhig steht, die unterste Schicht beträchtlich dichter und salzreicher gefunden wird, als die oberste, welches offenbar ein Senken der Salztheile anzeigt. In diesen Mischungen sind die Salze nur flüssig gemacht, sonst aber nicht verändert, und das Wasser hat die Salztheile in sich aufgenommen, ohne daß es aufgehöret hat, Wasser zu seyn; 2. gehört hieher die Mischung des Wassers mit Kalk, wenn man diesen mit wenigem Wasser zu Staub löscht, die Mischung mit zerfallenem Glaubersalz oder andern Neutralsalzen, welche ihr Krystallisationswasser verloren haben. Hier bleibt das Wasser Wasser, und das Salz Salz. Daß aber diese Vereinigung mehr als bloße Mengung sey, zeigt nicht allein die Durchsichtigkeit der Salzkrystalle, sondern auch das Festwerden des Wassers in gemeiner Temperatur; 3. ferner gehört hieher die Mischung der Erden mit einander und mit Kalien. Auch diese Gemische können nicht für bloße Gemenge gelten; 4. die Mischung fettiger und harziger Körper mit einander, der ätherischen Oehle mit

Digitized by Google

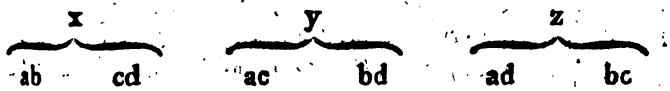
fetten, Auflösung des Wachses in Baumöhl u. s. w. 5. die Mischung der Metalle unter einander. Ein erstarrtes Metallgemisch, z. B. Kupfer mit Gold oder Silber zusammengeschmolzen, Messing, Stückgut u. s. zeigt sich in seinen kleinsten Theilen, als aus den Metallen, aus welchen es entstanden ist, zusammengesetzt; 6. die Mischungen des Schwefels und Phosphors mit Metallen, so lange sie blos aus diesen Stoffen, ohne Oxyden, bestehen, wie Zinnober, Bleyglanz, Spiesglanz, welche das Metall als Metall enthalten: 7. die Mischungen der Metalloxyde mit den Säuren.

In der andern Art der Mischung verbinden sich zwey Materien so mit einander, daß die specifischen Eigenschaften von beyden ganz oder größtentheils verloren gehen, und die entstehende Mischung weder der einen noch der andern der Materien ähnlich ist, aus welchen sie entstand. Von dieser Art ist die Mischung solcher Stoffe, die einander entgegengesetzte Eigenschaften besitzen. Dahin gehören die Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs zu Wasser, die Alkalien und Säuren zu Neutralsalzen u. s. f. Auch die Mischungen mit Wasser sind nicht alle blos von der ersten, sondern einige zum Theil von der zweyten Art. Es sind aber diese Mischungen von den Mischungen der ersten Art offenbar wesentlich verschieden. Hier bey der zweyten Art von Mischungen werden die specifischen Eigenschaften der zu mischenden Materien in dem Gemische nicht mehr aufgefunden, sondern es entstehen ganz neue Eigenschaften, und solche Verbindungen können wahre chemische Verbindungen genannt werden.

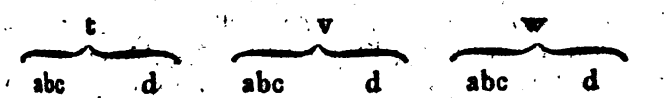
Es hängt demnach die Modifikation des Gemisches zuerst davon ab, ob die Stoffe, aus welchen es besteht, auf die erste oder auf die andere Art mit einander verbunden sind. Indessen macht Herr Hildebrandt auch darauf aufmerksam, daß vielleicht die Mischungen der ersten und die der zweyten Art nur in Ansehung der Grade verschieden seyn könnten. Ohne sich nun weiter

Digitized by Google

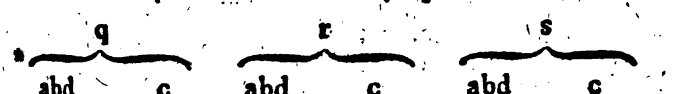
auf die Untersuchung dieser letztern Bemerkung einzulassen, führet er an, daß die Modifikation der sich mit einander mischenden Stoffe besonders davon abhange, wie die Verbindungen der sogenannten Grundstoffe, welche sich zu einem Gemisch vereinigen, neben einander bestehen. Es seyn a, b, c, d Grundstoffe eines Gemisches, so können, bey einerley Verhältniß derselben, aus ihnen sehr verschiedene Gemische x, y, z



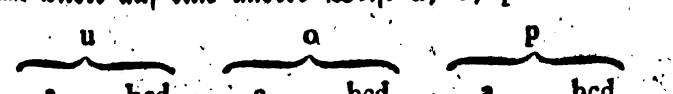
und wieder auf andere Weise t, v, w



und wieder auf eine andere Weise q, r, s



und wieder auf eine andere Weise u, o, p



entstehen. Es ist nämlich eine ganz andere Modifikation, wenn a mit b ein Gemisch, und c mit d ein anderes Gemisch zusammensetzen, und dann ab mit cd verbunden wird, als wenn a mit c, b mit d, dann ac mit bd verbunden sind u. s. w. Herr Hildebrandt führt nun mehrere Beyspiele an zum Beweise, daß dies Schema nicht

Digitized by Google

etwa ein bloßes combinatorisches Gedankenspiel, sondern wirklich in der Erfahrung gegründet sey. Nur läßt er sich im Verfolg seiner angeführten Ideen eben das zu Schulden kommen, was allen neuern Naturphilosophen zur Last zu legen ist, daß nämlich die Materie überhaupt eine bloße Zusammensetzung der beyden sich beschränkenden Grundkräfte, der anziehenden und zurückstoßenden, sey. Die dynamische Ansicht beruhet keinesweges auf der Annahme, daß das Wesen der Materie blos auf Grundkräften beruhe, sondern blos darauf, daß keine Materie ohne diese wesentlichen Kräfte möglich ist. Kant hat sich nie die Materie als eine bloße Zusammensetzung der genannten Kräfte vorgestellt, sondern er sagt vielmehr ausdrücklich, daß Materie blos eine Erscheinung sey, von welcher wir an und für sich nichts wüßten.

Herr Professor Link *) sucht die Auflösung auf eine ihm ganz eigene Art zu erklären. Seiner Vorstellung gemäß ist die Festigkeit eines Körpers aus der Flüssigkeit entstanden. An der Oberfläche eines Flüssigen findet nämlich blos Ziehung von einer Seite, folglich ein Hinderniß des Verschiebens statt, und es erscheinet daselbst das Flüssige hart. Eine Menge von solchen harten Oberflächen des Flüssigen, oder sogenannten Blättchen, in einiger Entfernung von einander, mit andern durchkreuzt, damit sie sich nicht berühren, muß also einen festen Körper bilden, und eben so eine Menge von sich durchkreuzenden Fasern. Wenn nun eine Flüssigkeit zwischen die Blättchen eines festen Körpers eindringt, und mit demselben zu einem Grade der Dichtigkeit gelangt, so fallen diese Oberflächen weg; es entsteht eine Gleichförmigkeit aller Kräfte; sie heben sich nach allen Seiten hin auf, und der Erfolg ist eine Auflösung.

Wenn man z. B. Glaubersalz oder ein anderes Salz in großen Krystallen in Wasser legt, so wird man, nach-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 140. u. f. B. XXX. S. 16. f.

Digitized by Google

denn das Auflösungsmittel etwas gewirkt hat, deutlich die Blättchen erkennen, woraus der Krystall besteht, in dessen Zwischenräumen das Wasser eingedrungen ist. Man wird sich durch den Augenschein von der Wirkung des Auflösungsmittels überzeugen. Herr Link rechnet noch folgende Erscheinung hieher. Auf eine polirte Marmorplatte wirkt ein Tropfen starker Schwefelsäure ungemein langsam; viel schneller auf eine rauhe Oberfläche, und noch schneller, wenn man Wasser hinzubringt. Daher sind verdichtete Körper in ihren Auflösungsmitteln schwerer auflöslich, wie z. B. die Alaunerde, und es ist keineswegs ein Zeichen einer starken Verwandtschaft zweyer Körper, wenn sie sich einander mit großer Geschwindigkeit auflösen. Es kömmt dabey auf die Zwischenräume des festen Körpers, und auf den feinern oder gröbern Zustand des Auflösungsmittels an, um dies Mehr oder Weniger hervorzubringen.

Wenn nun aber nach Herrn Link's Vorstellung der auflösende Körper in die Zwischenräume des aufzulösenden gedrungen ist, so entsteht die Frage, wodurch kommen beyde zu einem Grade der Dichtigkeit? Nach Herrn Link kann dies auf eine dreifache Art erfolgen. Entweder wird der auflösende Körper verdichtet, oder der aufzulösende, oder beyde, in den Fällen nämlich, wo die Auflösung dichter ist, als das Auflösungsmittel.

Es sey offenbar, daß in sehr vielen Fällen der aufzulösende Körper bey der Auflösung einen Theil seiner Dichtigkeit verlieren müsse, denn er vertheile sich in dem Auflösungsmittel und werde specifisch leichter. Das einzelne Blättchen also, worauf die Flüssigkeit wirke, behalte nicht seinen Grad der Dichtigkeit, die Anziehung seiner gleichartigen Theile werde geringer; nämlich die Anziehung zur umgebenden Flüssigkeit sey es, wodurch die Anziehung der gleichartigen Theile gemindert werde. Herr Link nimmt die anziehende Kraft bey Auflösungen als eine trennende Kraft an; denn es sey die Trennung des festen aufzulösenden Körpers in die feinen Theilchen, welche

Digitized by Google

sich in der Flüssigkeit verbreiten, ganz unbegreiflich, sobald nicht die Anziehung seiner gleichartigen Theilchen zu einander durch die äußere Kraft geschwächt werde. Bertholler, welcher in der chemischen Verwandtschaft nichts als Streben nach Vereinigung sehe, sey nicht einmal im Stande, von diesem häufigsten aller chemischen Prozesse Rechenschaft zu geben.

Aus diesen seinen Ansichten folge nun, daß der aufzulösende Körper nicht blos in die Zwischenräume des Flüssigen dringe, sondern daß auch das Volumen des letztern durch die Auflösung vermehret werde.

Herr Link meint, daß auf diese Art die Auflösung ganz einfach erfolge, und es bedürfe keiner unbegreiflichen Durchdringung der in einander wirkenden ungleichartigen Materien, um diese Erscheinung zu erklären.

Man sieht wohl, daß Herr Link keinesweges den Vorgang einer wahren Auflösung, sondern höchstens den einer Lösung, wie ihn Lavoisier nannte, erkläret hat. Aber auch in diesem letzten Falle ist es noch nicht entschieden, ob wirklich die flüssige Materie als Auflösungsmittel Zwischenräume besitze. Die Erfahrung, selbst durch die größten Vergrößerungsgläser, zeigt uns keine. Es ist daher weit wahrscheinlicher anzunehmen, daß bey der sogenannten Lösung die Flüssigkeit den festen aufzulösenden Körper in die möglichst kleinsten Theilchen zerreißt, oder ihn ebenfalls flüssig macht, und durch lange Ruhe, oder durchs Umrühren diese flüssig gemachten Theilchen in jener Flüssigkeit so gleichförmig vertheilet werden, daß nach allen Seiten hin eine gleiche anziehende Kraft im Innern der Auflösung, mithin so lange ein unveränderter Zustand statt findet, als keine Temperaturveränderung erfolget. Tritt aber diese ein, so hebt sich die Ziehkraft der innern Theilchen der Auflösung allmählig immer mehr auf, die festen aufgelöseten Theilchen werden schwerer und senken sich daher in der Auflösung mehr hinab.

Wenn dagegen die Qualitäten beyder Körper, die sich auflösen, verändert werden, und daraus ein dritter

Digitized by Google

Körper entstehet, der ganz verschiedene Eigenschaften von den des Auflösungsmittels und des auflösenden Körpers besitzet, so läßt sich meines Erachtens sehr wohl eine chemische Durchdringung der Körper gedenken, wenn die Auflösung vollständig ist. Ob die Kunst eine solche Auflösung hervorzubringen vermöge, das läßt sich durch Erfahrung nicht ausmachen. Da sie sich aber doch gedenken läßt, so kann auch gegen die Möglichkeit derselben nichts eingewendet werden.

Auge (Zus. z. S. 186. Th. I.). Bisher hat man allgemein angenommen, daß die Empfindung des Sehens durch die Abbildungen des Gegenstandes auf der Netzhaut hervorgebracht werde. Campbell *) widerstreitet diese gemeine Meinung vorzüglich aus diesem Grunde, weil die Netzhaut so durchsichtig sey, daß alle Lichtstrahlen durchgingen, und von der Aderhaut verschluckt würden. Seiner Meynung nach soll das Sehen in zwey Arten der Wahrnehmung bestehen, nämlich des Maßes und Umrisses, und der Farben. Im erstern Falle erhalte das Auge gleich dem Gefühlorgan einen Haufen Strahlen, welche in Gestalt und Größe dem gesehenen Gegenstande entsprächen, durch die Netzhaut drängen, und auf dem Sehenerven einen correspondirenden Fleck aufregten. Beym Unterscheiden der Farben dagegen sey mehr Aehnlichkeit mit den Organen des Geruchs und des Geschmacks. Die verschiedenen gefärbten Strahlen rührten die Sehhaut oder den correspondirenden Fleck auf dem Sehenerven auf eine eigenthümliche Art.

Ob Hrn. Campbell's Hypothese in der Natur wirklich statt finde, kann nicht bestimmt ausgemacht werden, weil wir nicht angeben können, wie die Empfindung des Sehens mit unserm geistigen Wesen zusammenhängt. Indessen sind doch alle Erfahrungen dafür, daß wir keinen Gegenstand deutlich sehen können, wenn er sich nicht auf der Netzhaut abbildet. Zum deutlichen Sehen der

*) Verhandlungen der Edinburger Gesellschaft vom April 1797.

Digitized by Google

Objekte entstehet aber die weit wichtigere Frage, ob die verschiedenen Feuchtigkeiten in unserm Auge so geordnet sind, daß durch dieselben sowohl die Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Kugelgestalt, als auch wegen der Farben aufgehoben werde? Gregory und Euler vermutheten dies, und letzterer gab dadurch Veranlassung zur Erfindung der farbenlosen oder achromatischen Fernröhre. M. s. den Art. Fernröhre, achromatische. Th. II. S. 418. f. Ueber diesen wichtigen Gegenstand hat Herr Prof. Mollweide *) neuere Untersuchungen angestellet. Was die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt betrifft, so ist diese in unserm Auge gänzlich aufgehoben, weil die Krystalllinse nach dem Rande zu an Dichtigkeit abnimmt. In Hinsicht der Abweichung wegen der Farbenzerstreuung hatte schon Maskelyne den farbenlosen Bau des Auges bezweifelt, indem er glaubte, daß die Brechungen eines Strahls im Auge alle nach einerley Seite geschehen, oder daß der Strahl bey jeder neuen Brechung in den drey verschiedenen Feuchtigkeiten des Auges stärker nach der Axe des Auges gelenkt werde. Sollte die Farbenzerstreuung aufgehoben werden, so mußte der Strahl wenigstens einmal von der Axe abgelenkt werden, wie bey den Objektiven der farbenlosen Fernröhre der Fall ist, in deren Verbindung sich folglich jederzeit eine Hohllinse befinden muß. Daß aber eine solche Ablenkung des Strahls von der Axe im Auge statt finde, haben wir nicht den geringsten Grund zu vermuthen. Es bemerket zwar Herr Hube, daß zwischen der Krystalllinse und der gläsernen Feuchtigkeit ein Raum sich befinden möchte, der mit Luft oder einer andern Flüssigkeit von geringer brechenden, aber stärker farbenzerstreuenden Kraft, als die Krystalllinse, angefüllt sey. Wäre dies wirklich der Fall, so könnte allerdings, da jene Flüssigkeit die Gestalt eines concav-convexen Glases, welches das Licht eben so, wie eine Hohllinse bricht, haben würde, die

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXX. S. 290. u. f.

Digitized by Google

Farbenzerstreuung dadurch gehoben werden. Allein da bey einem concav-convexen Glase die Dicke nach dem Rande zu wächst, so müßte jener zwischen der Krystalllinse und dem Glaskörper befindliche Raum, wenn er um die Mitte auch noch so dünn wäre, doch bey der Zergliederung des Auges wahrgenommen werden. Diese gibt aber nicht die geringste Spur von einem solchen Zwischenraume, mithin hat auch Hube's Hypothese gar nichts für sich, und es dadurch keinesweges bewiesen, daß durch den Bau unsers Auges die Abweichung wegen der Farben gänzlich aufgehoben sey. Vielmehr führt Herr Mollweide noch einige Erscheinungen an, welche sich nicht anders erklären lassen, als wenn man annimmt, daß das Auge nicht achromatisch sey. Man fasse nämlich die horizontale Sprosse eines Fensters, hinter welchem sich der Himmel rein zeigt, ins Auge, halte dicht vor das Auge die Hand, oder sonst einen undurchsichtigen, geradlinig begränzten Körper, und bewege diesen so lange herab oder herauf, bis der zwischen ihm und der Sprosse gesehene helle Theil des Fensters nur einige Linien breit erscheinet: man wird alsdann auf beyden Seiten der Fenstersprosse, oder an den Gränzen des hellen und dunkeln sehr schmale Farbensäume gewahr werden. Hat man das Hinderniß von oben herab vor das Auge gebracht, so sieht man die Sprosse oben mit einem blauen, unten mit einem gelben Rande eingefaßt, an welchem sich noch ein schmaler rother Streifen hinzieht. In dem umgekehrten Falle, wenn nämlich das Auge von unten hinauf durch das Hinderniß zum Theil bedeckt worden ist, zeigen sich die Farbensäume umgekehrt. Aehnliche Erscheinungen finden statt, wenn man eine vertikale Fenstersprosse betrachtet, während das Auge nach und nach entweder von der Rechten zur Linken, oder umgekehrt bedeckt wird.

Diese Erscheinungen sind denen, welche man wahrnimmt, wenn man dieselbe Fenstersprosse mit einem vor das Auge gehaltenen Prisma, dessen brechender Winkel nach unten oder nach oben, zur Linken oder Rechten ge-

Digitized by Google

kehrt ist, zu ähnlich, als daß diese Aehnlichkeit nicht sogleich auffallen sollte. Ob nun in beyden Fällen die Zerlegung des Lichtes durch die Brechung die wahre Ursache ist, hat Herr Mollweide umständlich untersuchet. Herr D. Nordhof *) hatte diese Erscheinungen zuerst beschrieben, und sie aus der Beugung des Lichtes erkläret. Allein Herr Mollweide zeigte genauer, daß ihre Ursache nicht Beugung, sondern wirkliche Brechung des Lichtes im Auge sey.

Herr Fraunhofer §) in Benedictbaiern hat durch unmittelbare Versuche erwiesen, daß unser Auge nicht achromatisch ist. Wenn man nämlich in das Gesichtsfeld eines Fernrohres, welches mit einem Mikrometerfaden versehen ist, die rothe Farbe eines Farbenspectrums hinleitet, und das Okular so stellet, daß man den Mikrometerfaden deutlich siehet, und hiernächst die blaue Farbe des Spectrums in das Gesichtsfeld bringt, so sieht man bey unverrücktem Okulare den Mikrometerfaden nicht mehr. Um ihn wieder deutlich zu sehen, muß das Okular bedeutend viel dem Faden näher gerückt werden, und zwar um mehr als das Doppelte der Längenabweichung wegen der Farbenzerstreuung der Okularlinse. Dies beweiset offenbar, daß die verschiedenen farbigen Strahlen im Auge nicht einerley Vereinigungsweite haben, und daß folglich das Auge nicht farbenlos oder achromatisch ist. M. s. Farbenzerstreuung.

Auch hat Herr Chevenix γ) zuerst die Augenfeuchtigkeiten einer chemischen Analyse unterworfen. Zu seinen Versuchen wählte er die Feuchtigkeiten aus den Augen der Schafe, Ochsen und Menschen. Die wässerige Feuchtigkeit ist eine klare, durchsichtige Flüssigkeit, wie Wasser, und ihr spezifisches Gewicht ist bey einer Tem-

*) Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Physik. B. 7. S. 52. u. f.

§) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVI. S. 304.

γ) Philos. Transact. 1803. ingl. Philos. Magaz. XVI. 256. übers. im neuen allgem. Journal der Chemie. B. III. S. 394.

Digitized by Google

peratur von 60° Fahr. 1,0090 bey Schafaugen, 1,0088 bey Ochsenaugen und 1,0053 bey Menschenaugen; der Hauptbestandtheil dieser Feuchtigkeit ist Wasser, in welchem eine geringe Menge Eyweißstoff, Gallerte und Kochsalz aufgelöset sind.

Die gläserne Feuchtigkeit kam in allen Eigenschaften, sogar in dem specifischen Gewichte mit der wässerigen überein.

Die krystallene Feuchtigkeit oder die Krystalllinse ist in der Mitte am dichtesten, und wird nach dem Umfange hin immer weniger dicht; daher auch die Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Kugelgestalt beym Auge gänzlich wegfällt. Ihr specifisches Gewicht ist im Schafauge gleich 1,0000, im Ochsenauge 1,0765 und im Menschenauge 1,0790. Ihre Bestandtheile sind Wasser, Eyweißstoff und Gallerte.

Fast um dieselbe Zeit, wie Chevenix, hatte auch Nicolas *) die verschiedenen Feuchtigkeiten des Auges untersuchet. Seine Resultate weichen von den des Herrn Chevenix nur im folgenden ab:

In der wässerigen Feuchtigkeit fand er auch im frischesten Zustande Spuren vom Alkali und phosphorsaurer Kalkerde.

Die glasartige Feuchtigkeit hatte nach ihm ein etwas größeres specifisches Gewicht, als die wässerige, die Bestandtheile aber waren dieselben, wie bey der wässerigen.

Auch in der krystallischen Feuchtigkeit fand Nicolas einige Spuren von Alkali und phosphorsaurer Kalkerde.

(Zus. z. 187. Th. I.). Um sich nicht noch mehr durch den Gebrauch von Brillen an die Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit zu gewöhnen, kam ein gewisser Herr Baldwin **) zu Prescot, der ein sehr weitsichtiges Auge hatte, auf den Gedanken, daß sich vielleicht die

*) Annal. de Chimie T. LIII. p. 307. ff. im Auszuge im neuen Journ. der Chemie. B. V. S. 668. ff.

**) Monthly Magaz. Decem. 1805. p. 421.

Digitized by Google

Weitsichtigkeit allmählig verlieren werde, und sein Auge eine andere Gestalt annehmen müsse, wenn er sich an Hohlgläser gewöhne. Der Versuch entsprach seiner Erwartung, und er sahe sich bald im Stande, mit Gläsern, die sehr wenig concav waren, deutlich zu sehen und endlich konnte er mit bloßen Augen die kleinsten Sachen deutlich sehen. Es muß also das Auge die wunderbare Beschaffenheit besitzen, sich nach der Entfernung des Gegenstandes und nach einer Menge von Umständen abzuändern, indem es deutlich zu sehen bestrebt ist. Gebraucht daher ein Weitsichtiger, welcher Brillen nöthig hat, schwache Hohlgläser, so wirkt das Streben des Auges nach Deutlichkeit dahin, das Auge convexer zu machen, und fährt man im Gebrauche der Hohlgläser fort, so nehmen wahrscheinlich die Muskeln dieses Organs die Gewohnheit an, in der erlangten Convexität zu bleiben. Vermittelst hohler Gläser läßt sich diese Wirkung wahrscheinlich allmählig verstärken.

Wenn also das Auge diese angeführte Eigenschaft wirklich besitzet, so muß auch nothwendig der Kurzsichtige beym Gebrauche der Convergläser weitsichtiger werden, und dadurch diesen Augenfehler verbessern.

Ueber die beyden Augenübel, der Kurz- und Fernsichtigkeit, haben die beyden Herren D. Char. Wells *) und Jam. Ware β) wichtige Beobachtungen angestellet, und mit Recht die einreißende Mode, sich in den frühern Jahren der Lorgnetten zu bedienen, als das vorzüglichste Verderbniß guter Augen angeführet. Herr Ware leitet aus seinen Beobachtungen folgende Folgerungen ab:

1. Die Kurzsichtigkeit wird selten bey kleinen Kindern unter dem zehnten Jahre bemerkt. Die höhern Stände sind mehr davon befallen, als die niedern. Die Beyspiele, wenn es überhaupt deren gibt, sind selten, daß, wenn man Hohlgläser zu Hülfe genommen und sich an

*) Philosoph. Transact. of the roy. socie. of Lond. for 1811. P. 2.

β) Philosoph. Transact. of the roy. socie. of Lond. for 1813. P. 1.

Digitized by Google

den Gebrauch derselben gewöhnet hat, dieses Uebel von spätern Jahren gehoben oder gemindert worden ist.

2. Obgleich ein vollkommen gutes Auge mit der Zeit gewöhnlich convexer Gläser bedarf, um nahe Objekte deutlich zu sehen, so hat man doch mehrere Fälle, daß selbst 50 Jahre alte Leute, die schon Jahre lang convexe Gläser gebrauchet hatten, von diesen beym Beschauen naher Gegenstände keine Hülfe mehr erhielten, sondern selbst concaver Gläser bedürften, um entfernte Objekte genau zu sehen.

3. Der Grund einer solchen Veränderung ist zwar nicht immer bekannt, sie ist jedoch einigemal durch den Gebrauch ausleerender Arzneymittel und vorzüglich durch Blutigel an den Schläfen, andere Male durch anhaltenden Gebrauch eines Mikroscops mehrere Tage hinter einander herbeygeführet worden.

4. Die Beyspiele sind nicht selten, daß Personen vom hohen Alter, nachdem sie lange Zeit beym Lesen und Schreiben stärke convexe Gläser hatten brauchen müssen, von diesen Gläsern keine Hülfe mehr erhielten, und fähig wurden, ohne allen Beystand nahe und entfernte Gegenstände eben so gut zu sehen, als in ihrer Jugend. Die Ursache dieser Verbesserung ihres Gesichts läßt sich zwar mit Gewißheit nicht angeben, doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß Aufsaugung eines Theils des Glaskörpers sie bewirkt habe, zu Folge welcher die Seiten des Auges flacher, und die Axe desselben von der Hornhaut bis zur Netzhaut länger wurden, und die Länge dieser Axe wieder in dasselbe Verhältniß zu dem verflächten Zustand der Hornhaut, oder der Krystalllinse, oder beyder zugleich gebracht wurde, in dem sie sich vor der Verschlechterung des Auges befand.

Ausdünstung (Zus. z. S. 44. Th. VI.). So viele und wichtige physisch chemische Entdeckungen man auch in den neuern Zeiten gemacht hat, so sind doch die Prozesse der Ausdünstung, und des Niederschlages derselben bey weitem noch nicht aufs Reine. Es scheinen alle Um-

Digitized by Google

stände noch nicht entdeckt zu seyn, welche bey diesen wichtigen Erscheinungen mitwirken, und alle bisher versuchte Erklärungen gründen sich auf bloße Hypothesen, wovon die eine mehr die andere weniger mit der Natur übereinstimmet. Dalton's scharfsinnige Hypothese, von welcher bereits unter dem Artikel Gas, atmosphärisches, S. 500. Th. VI. das Wesentlichste ist angezeiget worden, setzet voraus, daß seinen sorgfältig angestellten Versuchen zu Folge elastische Flüssigkeiten, welche mit der größten Sorgfalt in Berührung gebracht werden, sich stets mit einander mengen, und nach und nach durch einander vertheilen. Es verstreicht doch eine geraume Zeit, bevor eine völlige Mengung erfolget, besonders wenn die Fläche, in welcher sie sich berühren, klein ist. Diese Zeit kann nach Verhältniß der elastischen Flüssigkeiten, und der mehr oder weniger ungehemmten Gemeinschaft unter einander, eine Differenz von einer Minute bis einem Tage und drüber gehen.

Die Meinung mehrerer Physiker, daß das Wasser von der Luft aufgelöset werde, hat nach Dalton vermuthlich auch zu der Meinung, daß Luft in Luft aufgelöset sey, Veranlassung gegeben. Sie hatten nämlich die Beobachtung gemacht, daß das Wasser in der atmosphärischen Luft nach und nach verschwand und ausdunstete, und die Elasticität derselben vergrößerte; auf der andern Seite war auch bekannt, daß Wasserdunst unfähig sey, bey einer niedrigen Temperatur den Widerstand der Luft zu überwinden. Man hielt also die Wirksamkeit der chemischen Kraft für nöthig, um diese Erscheinung zu erklären. Bey den Luftarten schien zwar diese Wirksamkeit nicht so unumgänglich nöthig zu seyn: allein die Verbreitung unter einander war ein Umstand, der keine leichte Erklärung auf einem andern Wege zuzulassen schien. Indessen, sagt Herr Dalton, hätte man doch erwarten sollen, daß die Dichtigkeit der Gasart auf ihre auflösende Kraft einigen Einfluß haben werde, und daß halb so dichte Luft nur halb so viel Wasser in sich nehmen werde, oder daß die

Digitized by Google

Menge des Wassers bey Abnahme der Dichte der Luft in irgend einem Verhältnisse vermindert werde. Allein auch in dieser Erwartung fand man sich getäuscht. Bey jedem Grade der Verdünnung der Luft, hat der Wasserdunst dieselbe Stärke der Elasticität, als wie unter gleichen Umständen bey Luft von gewöhnlicher Dichte.

Alle diese Thatsachen reichen nach Dalton hin, die große Schwierigkeit der Vorstellungsart, wie irgend ein Princip der chemischen Einwirkung zwischen Luft und Wasser das Agens seyn könne, ins gehörige Licht zu setzen. Es erregt Erstaunen, daß dieselbe Menge Wasserdunst mit Einem Theilchen Luft in einem gegebenen Raume eben so wie mit tausend in demselben Raume chemisch gebunden seyn solle. Hiemit sey jedoch das Wunderbare noch nicht beendiget. Eine torricellische Leere löse das Wasser auf, und in diesem Falle sähen wir Wasserdunst sich unabhängig von Luft bey allen Temperaturen erhalten. Was diese Erscheinung noch merkwürdiger mache, sey, daß der Wasserdunst in einem solchen leeren Raume genau in derselben Menge und von demselben Grade der Elasticität angetroffen werde, wie in einem gleichen Volumen irgend einer Gasart von demselben Grade der Feuchtigkeit.

Diese und andere ähnliche Betrachtungen veranlaßten Dalton, die Hypothese aufzugeben: daß die Luft das Wasser auflöse, und einen andern Erklärungsgrund dieser Erscheinung aufzusuchen, wenn wirklich einer zu finden wäre. Nach vielen und mannigfaltigen Versuchen schien ihm folgende Hypothese ein Genüge zu leisten *). Die Theilchen irgend einer Gasart sind nicht elastisch, oder üben keine Repulsionskraft gegen die Theilchen einer andern Gasart aus, sondern blos gegen die Theilchen ihrer eigenen Art. Wenn also ein Gefäß eine Mischung aus solchen elastischen Flüssigkeiten enthält, so wirkt jede unabhängig von der andern mit ihrer eigenthümlichen Elasticität auf das Gefäß, während unter den Flüssig-

*) Memoirs of the litter. and philosoph. society of Manchester. Vol. V.

Digitized by Google

keiten selbst keine wechselseitige Einwirkung bemerket wird. Aus dieser Hypothese war es ihm leicht, das Daseyn des Wasserdunstes in der Atmosphäre bey allen möglichen Temperaturen zu erklären, indem er nichts weiter als sein eigenes Gewicht zu tragen hat; und es ergab sich auf eine völlig befriedigende Art, warum weder mehr noch weniger Wasserdunst in Luft von der größten Feuchtigkeit als in einem luftleeren Raume von derselben Temperatur statt finden könne. Auch das Gesetz der Verdichtung des Wasserdunstes in der Atmosphäre durch Kälte war in dieser Theorie dasselbe, als das der Verdichtung des reinen Wasserdampfs, und die Erfahrung bestätigte diese Folgerung für alle Temperaturen.

Dalton's Theorie wurde von mehreren Physikern geprüft, und als nicht haltbar betrachtet. D. Thomson *) machte die ersten Einwürfe dagegen; er bemerkte nämlich, daß diese Theorie keinesweges die gleichförmige Vertheilung der Gasarten befriedigend erkläre, und daß, wenn auch eingeräumet werde, es finde weder eine Anziehung noch Zurückstoßung der Gasarten gegen einander statt, beyde sich doch immer nach Maasgabe ihres verschiedenen specifischen Gewichtes über einander lagern müßten. Wenn man aber wirklich nach Dalton's Theorie eine völlig gleichförmige und beständige Verbreitung der Gasarten durch einander zugeben wollte, so würde doch daraus, daß man annimmt, das eine Gas verhalte sich gegen das andere wie ein Vacuum, nothwendig folgen müssen, daß, wenn ein Maaß des einen zu einem Maaß des andern gebracht würde, beyde Maaße nicht mehr als den Raum eines einzigen Maaßes einnehmen könnten.

Ferner hat Herr Berthollet **) gegen Dalton's Theorie erhebliche Einwendungen gemacht. Er sagt,

*) System der Chemie in 4 Bänden. Aus dem Engl. übersetzt von Wolff. Berlin, 1805 u. 1806. 8.

**) Recherches sur les loix de l'affinité und essai de statique chimique.

Digitized by Google

wenn sich ein Gas in die Zwischenräume eines andern wie im leeren Raume verbreitete; so würde keine Vermehrung des Umfanges erfolgen, wenn sich Wasserdunst oder Aetherdunst mit der Luft verbinden; allein sie erfolgt wirklich im Verhältnisse der hinzukommenden Menge von Dunst: die feuchte Luft müßte alsdann specifisch schwerer als die trockene seyn, sie ist aber, wie schon Newton bemerkt hat, specifisch leichter. Denselben Einwurf gegen Dalton's Theorie hat auch Gough *) gemacht. Auch bemerket Berthollet gegen Dalton, daß es keine einzige physische Erscheinung gebe, wo irgend eine elastische Substanz vorhanden seyn könne, welche ihr Volumen zu dem einer andern elastischen Substanz hinzufüget, und welche gleichwohl mittelst ihrer Expansivkraft nicht auf dieselbe wirkt. Berthollet glaubt vielmehr, daß der Wasserdunst in der Luft wirklich aufgelöset werde. Zur Entstehung des elastischen Wasserdampfes ist freylich keine auflösende Kraft der Luft nöthig; allein zur Entstehung einer gleichförmigen Mischung des Dunstes mit der Luft scheint sie nothwendig zu seyn. Daß zwischen Luft und Wasser wirklich eine gewisse Verwandtschaft statt finde, ist daraus klar, daß das Wasser allezeit in Berührung mit Luft eine gewisse, obgleich kleine Menge von derselben aufnimmt. Noch mehr aber beweiset dies die Entstehung einer gleichförmigen Mischung von Luft und Dunst, und die große Schwierigkeit, selbst durch die kräftigsten Reagentien der Luft alles Wasser zu entziehen. Wäre zwischen beyden Substanzen gar keine Verwandtschaft, so könnte blos ein mechanisches Gemenge entstehen. Da aber Luft und elastischer Wasserdampf im specifischen Gewichte wirklich von einander verschieden sind, so könnte sich ein solches Gemenge nur durch Schütteln erhalten, sobald man es hingegen der Ruhe überließe, müßten sich beyde Substanzen von einander trennen, die leichtere in

*) Nicholson's Journal Vol. IX. pag. 162.

Digitized by Google

die Höhe steigen, und die schwerere sinken) welches aber gegen alle Erfahrung ist.

Einer der wichtigsten Einwürfe, welche man gegen Dalton's Theorie gemacht hat, beruhet auf der beträchtlichen Zeitdauer, welche oft nöthig ist, wenn sich zwey Gasarten vollkommen durch einander verbreiten sollen; diese Behauptung streite offenbar gegen die Annahme, daß ein Gas sich gegen das andere, wie ein luftleerer Raum verhalte.

Herr Dalton *) hat sich gegen alle diese Einwendungen zu vertheidigen gesuchet. Er führt vorzüglich an, daß man seine Theorie nicht gehörig verstanden habe. Wenn man, sagt er, ein dünnes cylindrisches Gefäß, das trokkene Luft enthält, über Queckſilber umkehret, einen Theil Luft mittelst eines Hebers hinwegnimmt, bis das Gleichgewichte des Drucks innerhalb und außerhalb hergestellet ist, und dann eine kleine Menge Wasser, Aether u. s. f. in das Gefäß schüttet; so werden die entstehenden Dünste die Zwischenräume der Luft eben so wie ein leerer Raum einnehmen. Werde nicht hier die Queckſilberfläche sowohl von der trockenen Luft, als auch von dem neu gebildeten Dunste gedruckt, und werde dadurch nicht der innere Druck stärker als der äußere seyn, welches eine Vergrößerung des Luftvolumens, um das Gleichgewicht herzustellen, zur Folge haben werde?

Man wende dies auf die freye Luft an: man denke, daß keine aus Wasserdunst bestehende Atmosphäre die Erde umgebe, sondern nur eine aus Stickgas, deren Druck gleich 23 Zoll Queckſilber, und eine aus Sauerstoffgas, deren Druck gleich 6 Zoll Queckſilber gesetzet wird. Da nun diese Luft vollkommen trocken seyn würde; so müßte die Ausdünstung mit großer Schnelligkeit anfangen: der zuerst gebildete Dunst, welcher von dem tiefer liegenden beständig angetrieben wird, in die Höhe

*) Neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Aus d. Engl. übers. v. Wolff. 2 Bände. 8. Berlin, 1812.

Digitized by Google

zu steigen, und eben so einen beständigen Widerstand von der Luft erleidet, muß in dem ersten Augenblicke die beyden andern Atmosphären ausdehnen; denn der aufsteigende Dunst fügt seine Gewalt zu der aufwärts strebenden Elasticität der beyden Gasarten, und erleichtert zum Theil ihren Druck, wovon Ausdehnung eine nothwendige Folge ist. Endlich, wenn aller Dunst, dessen Aufsteigen die Temperatur zulassen will, sich erhoben hat, so erreicht die aus Wasserdunst bestehende Atmosphäre ein Gleichgewicht; sie wird nicht länger auf die beyden andern drücken, sondern auf die Erde; die andern nehmen alsdann ihre ursprüngliche Dichte und Druck durchgängig wieder an.

In diesem Falle würde, wenn der Wasserdunst mit der Luft chemisch verbunden wäre, keine Vergrößerung des Volumens statt finden; die Feuchtigkeit würde das Gewicht der gesammten Atmosphäre vermehren, allein ihre specifisches Gewicht bey einem bestimmten Drucke vermindern. Daß es aber auch wirklich einen Fall gebe, wo eine elastische Substanz mittelst ihrer Expansivkraft auf eine andere mit jener gemengten elastischen Substanz nicht wirke, ließe sich nicht allein sehr gut gedenken, sondern es führt auch einen an, der völlig mit diesem übereinkommt. Zwey Magnete nämlich stoßen einander ab, d. h. sie wirken mit einer Expansivkraft gegen einander, aber nicht gegen andere auf dieselbe Art, sondern lediglich als unelastische Körper, und dies würde ohne Zweifel ganz der Fall seyn, wenn sie in ihre Atome verwandelt wären; eben so können zwey Theilchen derselben Art von Luft auf einander elastisch und auf andere Körper unelastisch wirken, und mithin gar nicht wirken, es sey denn, daß sie sich in Berührung befinden.

Daß aber der Wasserdunst in der Luft nicht aufgelöst werde, sucht Dalton auf folgende Art darzuthun. Wenn man nur erwäge, daß die Oberfläche des Wassers einem Drucke, welcher 30 Zoll Quecksilber gleich sey, ausgesetzet wäre, und daß außer diesem Drucke eine merkliche Verwandtschaft unter den Theilchen des Wassers

Digitized by Google

selbst statt finde; wie könne wohl die unmerkliche Verwandtschaft der Atmosphäre zum Wasser diese beyden Kräfte überwinden? Nach dieser Voraussetzung sey ihm dies ganz unerklärlich, und doch sey ihre Hauptabsicht, eben diese Erscheinung zu erklären.

Wenn ferner ein Theilchen Luft sich ein Theilchen Wasser angeeignet habe, was für ein Grund könne angegeben werden, warum ein höher liegendes Theilchen Luft einem tiefer liegenden diese Eigenschaften entziehen könne, wenn jedes Theilchen dies Vermögen besitze?

Löse man Kochsalz im Wasser auf und setze der Auflösung etwas Salzsäure hinzu, so könne man unmöglich behaupten, daß die neu hinzugekommene Säure die schon mit dem Natrum verbundene aus der Stelle verdränge habe, und daß beym Verdunsten das Salz nicht mit der identischen Säure, welche mit ihm verbunden war, erhalten werde? oder wenn Sauerstoffgas mit Wasser gesperrt werde. Berechtige uns irgend ein Grund zu der Annahme, daß der Wasserstoff des Wassers beständig seinen Sauerstoff an die Luft abgeben und dafür eine gleiche Menge davon aus derselben in sich nehmen werde? Vielleicht antworte man hierauf, daß im Falle der Auflösung der Luft durch Wasser, es nicht auf die Wirkung einer Masse von Theilchen auf eine andere Masse von Theilchen ankomme; und daß die vereinte Wirkung aller in der Atmosphäre enthaltenen Atome auf das Wasser, diejenige Kraft sey, welche ein Theilchen in die Höhe hebe. Da aber alle diese Kräfte wechselseitig sind, so muß das Wasser eine gleiche Wirkung auf die Luft haben, und dann müßte eine über Wasser befindliche Atmosphäre mit einer größeren Gewalt, als ihr Gewicht beträgt, niederwärts drücken, welchem die Erfahrung widerspricht.

Werden zwey Maaß Wasserstoffgas und ein Maaß Sauerstoffgas mit einander vermischt, und durch den elektrischen Funken entzündet, so wird das Ganze in Wasserdunst verwandelt, und wenn der Druck groß ist, so wird dieser Dunst Wasser. Es sey demnach sehr

Digitized by Google

wahrscheinlich, daß dieselbe Anzahl von Theilchen in zwey Maaß Wasserstoffgas enthalten sey, welche sich in einem Maaß Sauerstoffgas befinden. Nehme man nun an, daß drey Maaß Wasserstoffgas mit einem Maaß Sauerstoffgas vermischt werden, und daß diese schwache Verwandtschaft wie gewöhnlich wirke, wie werde die Vereinigung hervorgebracht? Dem Grundsatze der gleichförmigen Vertheilung gemäß müsse jeder Atom Sauerstoffgas sich mit anderthalb Atomen Wasserstoffgas verbunden haben. Dies sey aber unmöglich. Eine Hälfte der Atomen des Sauerstoffgas müsse sich demnach mit dem Wasserstoffgas so verbunden haben, daß jeder Atom des ersten sich zwey Atome des letztern angeeignet habe, die andere Hälfte aber so, daß an jedem Atom Sauerstoffgas ein Atom Wasserstoffgas getreten sey. Die erstere dieser Verbindungen müßte aber nothwendig leichter seyn als letztere und demnach den obern Theil der Auflösung einnehmen; es sey jedoch nichts diesem ähnliches bey irgend einer Gelegenheit bemerket worden.

Uebrigens bemerket Herr Dalton, daß er noch unzählich Mehreres anführen könne, um die Ungereimtheit der Meinung zu zeigen, daß ein Gas in dem andern aufgelöset werde, und um darzuthun, daß diese Vorstellungsart völlig unzureichend sey, irgend eine der sich darbietenden Erscheinungen zu erklären.

Was nun den letzten Einwurf gegen Dalton's Theorie betrifft, daß nämlich eine beträchtliche Zeitdauer erfordert werde, wenn sich zwey Gasarten gleichartig durch einander verbreiten sollen, so glaubt Dalton diesen auf folgende Art zu entfernen. Er sagt, diese Zeitdauer müsse man dem Widerstande zuschreiben, welchen ein Medium der Bewegung eines Körpers entgegensetzt, es hänge nämlich dieser Widerstand von der Oberfläche dieses Körpers ab, und sey, alle übrige Umstände gleich gesetzt, größer, so wie die Oberfläche größer sey. Eine Bleykugel von einem Zoll im Durchmesser erleide bey ihrem Falle durch die Luft von dieser einen Widerstand; aber dieselbe

Digitized by Google

Kugel, welche in tausend kleinere, von welchen jede ein Zehntel Zoll im Durchmesser hielte, verwandelt würde, welche mit derselben Geschwindigkeit fielen, würde einen zehnmal so großen Widerstand als vorher erfahren; indem die Gewalt der Schwere zunehme, wie die Würfel der Durchmesser irgend eines Theilchens und der Widerstand nur wie die Quadrate der Durchmesser. Man ersehe hieraus, daß, um den Widerstand der sich in einem Medium bewegenden Theilchen zu vermehren, man nur nöthig habe, dieselben zu theilen, und daß der Widerstand ein Maximum seyn werde, wenn die Theilung ein Maximum sey. Wir dürften uns demnach nur Bleytheilchen durch die Luft mit ihrem eigenen Gewichte fallend denken, so gebe uns dies ein Bild von dem Widerstande, den ein Gas, welches in ein anderes einzudringen bemüht sey, antreffe, nur müsse man sich die Theilchen des Bleyes unendlich klein vorstellen. Hier werde ein sehr starker Widerstand statt finden, und keiner werde doch, wie er glaube, behaupten wollen, daß die Luft und das Bley wechselseitig elastisch seyn.

Zuletzt bemerket Herr Dalton noch, daß in Ansehung des Wasserdunstes noch immer eine Schwierigkeit zurückbleibe, welche durch keine Abänderung der Ansicht des Gegenstandes gänzlich entfernet werde; ungeachtet der Wasserdunst jeder Voraussetzung zu Folge, so fern die Temperatur es gestatte, in der Atmosphäre zugegen seyn könne, indem er keinem stärkern Drucke als dem, welcher von seinen eigenen Theilchen ganz so, als wenn alle anderen entfernt wären, hervorgebracht werde, ausgesetzt sey; so lasse sich doch fragen, wie er sich von der Oberfläche des Wassers, welche dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzet sey, erheben könne? Wie könne Wasserdunst, welcher mit einer nur einem halben Zoll Quecksilber gleichen elastischen Kraft aufsteige, sich von dem Wasser losmachen, da er ein Gewicht von 30 Zoll Quecksilber zu überwinden habe, das sich seinem Aufsteigen entgegensetze.

Digitized by Google

Diese Schwierigkeiten finden beynahe in gleichem Grade in allen Theorien über die Auflösung des Wassers in der Luft statt, sie sind demnach für jeden von Bedeutung, welche Hypothese er auch annehmen möge, um dieselben zu entfernen. Durch chemische Auflösung würden sie sehr schlecht erkläret; denn die Verwandtschaft der Luft zum Wasserdunste werde stets als schwach beschrieben, und dennoch solle sie hinreichend seyn, den Druck einer mächtigen Kraft, welche dem Gewichte der Atmosphäre gleich ist, zu überwinden.

Dalton's Theorie über die Verdunstung nahm auch Luc. Howard *) an, und gründete darauf eine Theorie der Wolken. M. s. den Art. Wolken. Howard hat über die Verdünstung des Wassers unter 212° Fahr. bey allen Temperaturen sehr viele Versuche angestellt, wovon die Resultate einiger merkwürdigen Punkte folgende sind:

Die Verdünstung des Wassers bey 180° betrug von 18 bis 22 Gran auf die Minute, oder ungefähr die Hälfte von 212°; bey 164° ungefähr $\frac{1}{3}$ der Menge des Siedepunktes, oder von 16 zu 16 Gran auf die Minute; bey 152° nur $\frac{1}{4}$ des Siedepunktes, oder von 8 zu 12 Grad nach Umständen; die Temperatur von 144° giebt $\frac{1}{7}$ des Siedepunktes, 138° gab $\frac{1}{8}$ u. s. f.

Zugleich fand er auch, daß die Gewalt des in einer gegebenen Zeit verdunsteten Wassers mit der Gewalt der Dünste in demselben Verhältnisse sich befinde, und daß sie daher in allen Stücken genau mit der Thermometerskale zusammenstimmten. So ist die Gewalt des Wassers bey 212°, 180°, 164°, 152°, 144° und 138° respective gleich 30″, 15″, 10″, 7½″, 6″ und 5″ des Quecksilbers, und die Grane des in einer Minute bey diesen Graden der Temperatur verdunsteten Wassers waren ebenfalls 30, 15, 10, 7½, 6 und 5, oder diesen pro-

*) *Tilloch's* Philosoph. Magazin. N. 62. Thomas Forster's Untersuchung über die Wolken und andere Erscheinungen in der Atmosphäre a. d. Engl. Leipz. 1819. 8.

Digitized by Google

portioniert. Die Atmosphäre, könnte es scheinen, verhindert die Verflüchtigung der Dünste, welche sonst sogleich, wie im luftleeren Raume, erfolgen würde; aber dies Hinderniß verschwindet im Verhältnisse zu der Gewalt der Dünste. Doch kann dies Hinderniß nicht von der Schwere der Atmosphäre herkommen, wie man bisher glaubte: denn diese würde das Aufsteigen der Dünste unter 212° mächtig verhindern; sondern es entsteht von der Trägheitskraft der Lufttheilchen, und gleicht dem, was mit einem Wasserstrome vorgeht, der zwischen Kiesein herabfällt.

Da er auf diese Art die Theorie der Ausdünstung durch Versuche in höhern Temperaturen dargelegt hatte, so fand er, daß, wenn sie durch Versuche in niedrigern Temperaturen bewiesen werden sollte, man auf die Gewalt der dann wirklich in der Atmosphäre vorhandenen Dünste Rücksicht nehmen müsse. Wäre z. B. das Wasser 59°, so ist die Gewalt der Dünste bey dieser Temperatur $\frac{1}{60}$ von der Gewalt von 212°, und man könnte erwarten, die Menge der Verdunstung werde auch $\frac{1}{60}$ seyn; sollte aber, wie dies zuweilen im Sommer der Fall ist, eine wässerichte Atmosphäre bereits diese Höhe erreichet haben, so würde die Verdunstung statt $\frac{1}{60}$ des Siedepunktes gar nicht vorhanden seyn. Wäre im Gegentheil die wässerichte Atmosphäre geringer, und 39° Hitze gleich, so würde die wirkliche Gewalt der Verdunstung $\frac{1}{120}$ des Siedepunktes betragen; kurz die Gewalt der Verdunstung muß im Allgemeinen der Temperatur des Wassers, die durch den schon in der Atmosphäre vorhandenen Grad derselben vermindert worden ist, gleich seyn. Um die Gewalt der wässerichten Atmosphäre zu bestimmen, bediente er sich eines langen cylindrischen auswendig trocknen Glases, welches er mit frischem Brunnenwasser füllte; sobald sich der Thau außen anlegte, goß er das Wasser aus, ließ es eine Zeitlang stehen, daß es sich erwärme, trocknete die Aussenseite des Glases mit einem leinenen Tuche wohl ab, und goß das Wasser wieder hinein; dies Verfahren wurde fortgesetzet, bis sich kein Thau mehr bildete, und dann

Digitized by Google

mußte man die Temperatur des Wassers und auf der gegenüberstehenden Seite der Tabelle die Gewalt der Dünste in der Atmosphäre bemerken. Dieses mußte in freyer Luft, oder an einem Fenster geschehen, weil die innere Luft gemeiniglich feuchter ist, als die äußere. Brunnenwasser hat meistentheils gegen 50°, und entspricht am meisten den drey heißesten Monaten des Jahres; zu andern Jahreszeiten wird eine künstliche Kälte erfordert. Glas und alle andere Substanzen geben, wenn sie einen zu geringen Grad von Kälte haben, als daß die sie umgebenden wässerichten Dünste darin schwebend erhalten werden könnten, Anlaß, daß diese auf der Oberfläche derselben sich zu Wasser verdichten. Der Kältegrad ist gewöhnlich von 1 zu 10 unter dem kleinsten Wärmegrade in 24 Stunden; im Sommer hat er oft die Höhe von 58° oder 59° gesehen, welche der Gewalt $\frac{1}{2}$ Zoll des Quecksilbers gleich ist; ein oder zweymal sahe er sie von 62°; bey veränderlichem und windigem Wetter ist sie beträchtlich schwankend.

Um Verdunstungen in atmosphärischen Temperaturen zu beobachten, verschaffte er sich zwey leichte zinnerne Gefäße, eins von 6 Zollen im Durchmesser und $\frac{1}{2}$ Zoll tief das andere von 8 Zollen im Durchmesser und $\frac{3}{4}$ Zoll tief, und hieng sie im Gleichgewichte auf. Wenn man zur Prüfung der Theorie einen Versuch anstellte, goß man in eines davon eine Menge Wasser, und wog das Ganze bis zu einem Gran; dann setzte man es in einem offenen Fenster, oder wo sonst die Luft durchstreichen konnte, 10 bis 11 Minuten der freyen Luft aus, und wog es nachmals, um zu erfahren, wie viel durch Verdunstung verloren gegangen sey; zugleich bemerkte man die Temperatur des Wassers, mittelte wie vorher die Gewalt der wässerichten Atmosphäre aus, und zeichnete die Stärke des Luftzuges auf. Von einer großen Mannigfaltigkeit von sowohl im Winter als im Sommer, und wenn die Verdunstung stark und schwach war, angestellten Versuchen, hatte er die Resultate völlig mit der Theorie übereinstimmend gefunden. Die nämliche Menge verdunstete mit

Digitized by Google

der nämlichen so bestimmten Gewalt der Verdunstung, die Temperatur mochte seyn welche sie wolle, so viel man beurtheilen konnte; aber bey der nämlichen Gewalt der Ausdünstung verdoppelte ein heftiger Wind die Wirkung, die in einer ruhigen Atmosphäre statt hatte. Wenn z. B. die wässerichte Atmosphäre eine Temperatur von 40° und die Luft von 60° hat, so ist die Verdunstung eben so, als ob die Temperatur der wässerichten Atmosphäre 60° und der Luft 72° wäre, und bey ruhigem Wetter beträgt die Verdunstung aus einem Gefäße von 6 Zollen im Durchmesser unter diesen Umständen $\frac{1}{9}$ Gran in einer Minute, und ungefähr $\frac{1}{8}$ Gran in einer Minute bey sehr starkem Winde; wobey die verschiedenen Zwischenquantitäten durch die Stärke des Windes bestimmt werden.

Nach Howard sind also bey der Ausdünstung folgende Umstände wohl zu berücksichtigen:

1. Durch den Ausdünstungsprozeß, welcher als eine unmittelbare Verbindung des Wassers mit Wärmestoff betrachtet wird, wird Wasserdampf entwickelt.

2. Die Entwickelung der Wasserdämpfe wird durch folgende Umstände bestimmt:

a. durch die Temperatur des verdunstenden Wassers, wenn sie um so viel größer ist, als dieses höher steht, und umgekehrt;

b. durch die größere oder kleinere dem Verdunsten ausgesetzte Oberfläche; da in gewöhnlichen Fällen die Dünste nur von der Oberfläche der Masse entweichen können, so steht ihre Entwickelung mit dieser im richtigen Verhältnisse.

c. durch die Menge der schon in der Atmosphäre befindlichen Dünste, indem bey gleicher Temperatur und Oberfläche die Verdunstung in dem Maaße sich verringert, als die Menge der schon vorhandenen Dünste größer ist, und umgekehrt.

3. Die solchergestalt in die Atmosphäre getriebenen Dünste sind fähig vermöge ihrer eigenen Elasticität sich

Digitized by Google

darin zu zerstreuen, welche beym ruhigen Wetter zum Aufsteigen bis zu einiger Höhe hinlänglich ist. Wie nun in diesem Falle die Trägheit der Lufttheilchen ihrer Zerstreuung beträchtlichen Widerstand leistet; so müssen im Gegentheil bey einem ungestümen Luftzuge die Dünste nach der nämlichen Regel einiger Maaßen mit der Masse, worein sie dringen, längshin gezogen werden.

4. Die Menge von Dünsten, welche bey gleichem Drucke in einer gegebenen Masse von Luft aufbehalten werden kann, ist um so viel größer, als die gemeine Temperatur höher ist, und umgekehrt.

5. Wässerichte Dünste sind die einzigen in der Atmosphäre befindlichen Substanzen, welche sehr merklichen Veränderungen in Ansehung ihrer Menge unterworfen sind. Diese Veränderungen rühren davon her, weil ihre Fähigkeit, den Wärmestoff anzuziehen, geringer ist, als bey allen übrigen. Wenn daher ein kalter Körper in die Atmosphäre gebracht wird, so werden alle übrige dieselbe ausmachenden Gasarten dadurch nur erkältet, und dies in allen bekannten Temperaturen; aber wenn die Dünste mehr oder weniger erkältet worden sind, beginnt ihre Zersetzung, indem ihr Wärmestoff in den Körper eindringt, indessen das Wasser auf der Oberfläche zurückbleibt.

Dalton's Hypothese über die gemischten Gasarten fand einen vorzüglichen Gegner an Hrn. Prof. Tralles *). Zuerst läugnet er die Behauptung des Herrn Dalton, daß nämlich die eine elastische Materie ihren Raum durch eine andere elastische Materie mittelst ihrer Elasticität einnimmt, und hält die zweyte Voraussetzung, daß jede elastische Materie für sich besteht, als ob die andere nicht wäre, für unmöglich. Wenn vorausgesetzt wird, daß die Vereinigung zweyer elastischer flüssiger Materien durch wirkliche Affinität erfolget, so würde nothwendig eine

*) Ueber die Frage: ob der Wasserdampf in der Luft aufgelöset ist, oder nicht? und über die Verbreitung einer elastischen Materie durch eine andere, in Gilbert's Annalen. B. XXVII. S. 452. u. f.

Digitized by Google

Auflösung statt finden, und in diesem Falle muß sich auch über lang oder kurz eine Homogeneität einstellen; ist hingegen keine Affinität vorhanden, so ist die Vereinigung zu einem homogenen Ganzen nicht unumgänglich nothwendig. Setzt man also Verwandtschaft bey Seite, so bleibt es unentschieden, ob der Wasserdampf in der Luft aufgelöset sey, oder nicht; sicher kann man aber doch annehmen, daß der Wasserdampf durch die Luft bis ins Unendliche verbreitet, und mithin mit derselben in einem Raume eben so vertheilet ist, wie zwei Luftarten durch einander ins Unendliche vertheilt in einem Raume seyn können, indem die atmosphärische Luft eben so viel Wasserdampf aufnehmen und in sich vertheilen kann, als ein gleich großer leerer Raum. Sollte sich also wohl der Wasserdampf und die atmosphärische Luft so innig mit einander verbinden, ohne irgend eine Affinität? Es ist allerdings ohne Widerspruch gedenkbar, daß der Wasserdampf einzig und allein von der Temperatur im lufterfüllten, wie im leeren Raume gleich bestimmt werde, indem die Erfahrung in dieser Sache noch nicht mit Bestimmtheit entschieden hat. Da aber keiner auch noch so kleine Raum in der atmosphärischen Luft sich gedenken läßt, der nicht auch Wasserdunst enthielte, so kann man doch gewiß fragen, auf welche Art erfolgt eine solche Verbindung der beyden elastischen Materien, des Wasserdunstes und der atmosphärischen Luft? Durch die Elasticität allein kann eine solche Verbreitung der Lufttheile und Dunsttheile unter einander unmöglich erfolgen, so lange keine andere Ursache als Elasticität wirksam ist. Selbst Dalton's eigene Erfahrungen geben dies deutlich zu erkennen. Denn wie lange Zeit wird erfordert, bevor die Vermischung statt hat. Wäre ein Gas in Beziehung auf ein anderes, leerer Raum: so würde die wechselseitig gegen einander wirkende kräftige Elasticität sie im Augenblick vermengen. Dalton's Vorstellung, daß die eine durch die andere, wie Wasser zwischen Kieseln, rieselt, kann unmöglich genügen. Man bedenke, daß der Druck

Digitized by Google

einer 60 Fuß hohen Wassersäule anfänglich hier die durchdringende Kraft, und zwar eine beschleunigende Kraft ist, indem die Partikeln, welche schon eine Bewegung angefangen haben, sich, vermöge der Fortdauer des Drucks, immer von den entgegengesetzt bewegten entfernen. Die beobachtete Langsamkeit des Hinübergehens von einem Raume in den andern, zeigt hingegen deutlich, daß hier nur eine Art Flächenkraft wirksam ist. Zu dieser gesellt sich eine andere: die Mittheilung der Bewegung, welcher zu Folge kein Theil einer Luftart A sich bewegen kann, ohne einen Theil der Luftart B, welcher an ihm liegt, mitzunehmen. Endlich muß man auch bedenken, daß die elastischen Flüssigkeiten offenbar in den vortheilhaftesten Bedingungen der Vermengung stehen, und es physisch unmöglich ist, Bewegungen an ihrer Berührungsfläche zu verhindern. Man wird sich aber nicht vorstellen dürfen, die eine Gasart erhebe sich in regulärer Fläche und sinke in ihrer vorigen Gestalt zurück. Es kann daher die Vermengung der verschiedenen elastischen Materien durch bloße Elasticität ohne andere Ursachen nicht vor sich gehen.

Was Dalton's Voraussetzung betrifft, daß eine jede von zwey in einander gemengten luftförmigen Stoffen für sich den Raum erfülle, und für sich unabgesehen auf die andere gravitire, so nimmt er dadurch zugleich an, daß in unserer Atmosphäre das Stickstoffgas sowohl, als auch das Sauerstoffgas, jedes für sich eine eigene Atmosphäre bilde. Da nun die Dichte der letztern nach einem schnellern Verhältnisse, als die Dichte der erstern abnehmen muß, so setzt Dalton offenbar voraus, in beträchtlichen Höhen sey verhältnißmäßig weniger Sauerstoff in der Atmosphäre enthalten, als in der niedrigen Region. Allein nicht bloß die Resultate eudiometrischer Versuche, sondern auch die Theorie der Höhenmessung mit dem Barometer sind der Dalton'schen Hypothese der Mengung elastischer Stoffe entgegen. Herr Gay-Lussac hat in einer Höhe von 6600 Metres ungefähr die Luft von eben dem Sauerstoffgas-Gehalt gefunden, als an der Erd-

Digitized by Google

oberfläche. Seine Vergleichung von beyden verstattet nicht, den möglichen Fehler der Beobachtung in dieser Vergleichung höher als 0,001 zu setzen. Hiemit stimmt auch die Behauptung überein, welche der Herr v. Humboldt in der Abhandlung über die Eudiometrie aufstellt. M. s. Eudiometer. Nach Dalton's Hypothese ist aber die Verschiedenheit der Luftgüte nahe an der Erde und in der Höhe von 6600 Mètres zwanzigmal größer, als diejenige Verschiedenheit, welche noch beobachtet werden kann. Also entscheidet die Erfahrung deutlich genug gegen Dalton's Hypothese.

Diese Bemerkungen des Herrn Prof. Tralles sind allerdings wichtig und entkräften Dalton's Hypothese. Allein gleichwohl bleibt noch manches bey dem Ausdünstungsprozeß räthselhaft und unerklärbar. Es ist wohl gewiß, daß die atmosphärische Luft eine Anziehung auf den Wasserdunst ausübt, obgleich derselbe gegen die Luft gleichgültig zu seyn scheinet, weil bey gleicher Temperatur und gleichem Volumen eine eben so große Menge elastischer Dampf im luftleeren Raume, wie im luftvollen, seyn kann. Es dünkt mir, daß bey diesem wichtigen Geschäfte der Ausdünstung, wie bey der Auflösung, eine doppelte Mischung des Dampfes mit der Luft unterschieden werden müsse. Bey der ersten Art verbinden sich zwar Wasserdampf und Luft mit einander, so daß beyde bis auf die kleinsten erkennbaren Theile des Raumes, welchen sie erfüllen, mit einander vereinigt erscheinen, aber gleichwohl das ganze Gemisch die specifischen Eigenschaften sowohl des einen als der andern, nur in inniger Verbindung, an sich trägt. Diese Art von Verbindung ist eben die, welche Lavoisier Lösung nannte. Das Feuchtwerden jedes kalten Körpers in einer wärmern Luft, und überhaupt die schnelle Zersetzung der Wasserdämpfe durch eintretende Kälte macht eine solche Verbindung der Luft mit dem Wasserdampfe höchst wahrscheinlich. Indessen geben aber auch andere Lufterscheinungen Gründe genug zur Annahme, daß selbst ein Theil aufgestiegener Wasserdunst

Digitized by Google

von der Luft wirklich aufgelöset, oder selbst in wahre Luft umgeändert werde. Folgende Thatsache läßt beynahe daran nicht zweifeln. Es hatte nämlich der Herr Prof. Robertson in einer am 11ten Aug. 1802 unternommenen Luftfahrt zu Hamburg eine Flasche mit Quecksilber mitgenommen, dasselbe in einer Höhe von ungefähr 8500 Fuß ausgeleeret, und daselbst befindliche Luft aufgefangen. Diese Luft hatten die Herren Pfaff und Schweisser gemeinschaftlich untersuchet. Nachdem sie diese Flasche unter Wasser durch ein am Halse eingefeiltes Loch geöffnet hatten, so drang so viel Wasser hinein, daß gerade $\frac{1}{3}$ ihres Raumes damit angefüllet wurde. Vorher hatte man diese Flasche durch Eis so weit abgekühlet, als ihre Temperatur oben in der Luft gewesen war, nämlich bis auf 1° unter Null. Bey dieser Zusammenziehung zeigte sich nicht die geringste abgesonderte Feuchtigkeit, auch nicht bey vermehrtem Drucke. Hiernach scheint also die obere Luft gar keine Dünste mehr zu enthalten, und die von der Erde aufgestiegenen Dünste scheinen sich wirklich in wahre Luft aufzulösen. Bey der Prüfung eines Theiles dieser Luft in Rücksicht des Sauerstoffgehalts ergab sich, daß sie unter gleichem Drucke und Wärmegrade 2 Procent weniger an Lebensluft enthielt, als die untere, und die von Sauerstoffgas befreyte Luftportion enthielt weder Wasserstoff- noch kohlensaures Gas, sondern war reines Stickgas. Auch durch hygroskopische Substanzen ließ sich keine merkliche Feuchtigkeit aus dieser Luft absondern *). Schwerlich lassen sich auch alle wässerige Meteore erklären, wenn man nicht voraussetzet, daß ein großer Theil des Wasserdampfes in wirkliche Luft in der Atmosphäre umgeändert, und aus dieser umgekehrt wieder zu Wasser niedergeschlagen wird. Die wirkenden Ursachen, welche bey allen diesen wichtigen Prozessen in der Atmosphäre vorgehen, sind uns bey weitem noch nicht bekannt genug. M. s. Hagel, Regen, Wolken.

*) Voigt's Magazin. B. VI. S. 224.

Digitized by Google

M. s. John Dalton's System des chemischen Theils der Naturwissenschaften aus dem Engl. übers. von Friedr. Wolff. Berlin, 1812. 8. Erster Band. S. 164. ff. Gilbert's Annalen der Physik. B. XII. XIII. XIV. XV. XVI. XXI. XXVII. Fischer's Darstellung und Kritik der Verdunstungslehre nach den neuesten besonders Dalton'schen Versuchen. Berlin, 1810.

Ausflüsse. Zus. z. S. 50. Th. VI.). Herr Carradori *) hat die Versuche der Herren Prevost und Venturi vielfältig wiederholet, und behauptet, daß sie alle die Richtigkeit seiner Meinung nur noch besser begründen. Er glaubte nämlich bewiesen zu haben (m. s. d. Art. Adhäsion), daß alle fette und ätherische Oehle, alle Harze und der Kampher sich auf dem Wasser vermöge der Anziehung bewegen, und durch die sie so lange gezwungen werden, sich über die Wasserfläche zu verbreiten, bis die respektive Anziehung einer bestimmten Fläche damit gänzlich gesättiget ist, und daß einige öhligte Körper eine größere Anziehung zum Wasser haben, als andere. Gerade dies, meint er, bestätigen die neuen Beobachtungen Prevost's und Venturi's.

1. Wenn man ein Stückchen Kampher auf einen mit Wasser befeuchteten Teller legt, so treibt er augenblicklich das Wasser rings umher zurück. Herr Carradori behauptet, daß diese Erscheinung keinesweges, wie Prevost meine, eine Wirkung der Atmosphäre von riechenden Ausflüssen sey, welche mit Gewalt aus dem Kampher hervordringen, und auf alles, worauf sie treffen, durch Stoß wirken. Der wahre Grund sey, wie schon Venturi bemerket habe, daß das Oehl des Kamphers so gut, wie alle übrige Oehle, mehr Anziehung als das Wasser zur Fläche des Tellers habe. Dies sucht Carradori durch folgenden Versuch außer Zweifel zu setzen: man bringe einen Tropfen fetten Oehls auf den Boden eines Glases oder eines flachen glasirten Gefäßes, und

*) Annales de chymie, To. XXVII. p. 38–56.

Digitized by Google

tröpfele daneben in einiger Entfernung etwas Wasser. Dieses fließt wie ein kleiner Strom auf das Oehl zu, allein der Stoß des Wassers vermag nicht das Oehl aus der Stelle zu treiben. Das Wasser fließt über dem Oehle fort, welches am Boden des Gefäßes fest klebt.

2. Wenn man ein kleines Stückchen Kampher auf einen Teller befestiget, und so viel Wasser darauf gießet, daß es ein wenig über den Kampher hinaufsteht, so bildet sich um den Kampher ein kleiner konischer Trichter und die Spitze des Kamphers bleibt unbedeckt. Hr. Prevost sieht dies wiederum als einen Beweis riechender Ausflüsse an, welche das Wasser ringsum zurückstoßen. Venturi hingegen sieht es als Wirkung einer öhlichten Flüssigkeit an, welche von dem Kampher ausgeht, und die Adhäsion des Wassers mit dem Kampherstücke und die Cohäsion des Wassers unter sich aufhebt. Hr Carradori verwirft beyde Erklärungen; denn er sagt, diese Erscheinung finde nicht allein beym Kampher statt; sondern auch, wenn man ein Stückchen Wachs oder recht harte weiße Seife nimmt: also Körper, welche weder riechende Ausflüsse, noch ein flüchtiges Oehl besitzen, und der Wärme bedürfen, um flüssig zu werden. Zuverlässig beruhe die Erscheinung auf dem Mangel an Cohäsion zwischen den öhlichten und fetten Körpern mit dem Wasser. Die Oehle besäßen zwar Adhäsion mit dem Wasser, aber eben so wenig Cohäsion als Verwandtschaft mit demselben. Das übrige Wasser ziehe daher durch seine Cohäsion das Wasser rings umher von einer Stelle zurück, wo die Cohäsion desselben aufgehoben sey, und so entstehe die Leere über dem Kampher.

3. Herr Prevost sagt, daß kleine Kampherstückchen, welche auf Gold- oder Silberblättchen auf dem Wasser schwimmen, mit diesen auf dem Wasser in Bewegung kommen. Allein Herr Carradori führet an, daß diese Bewegung nicht anders erfolge, als wenn der Kampher oder die Oehltheilchen das Wasser unmittelbar berühre. Er brachte Tropfen der flüchtigsten Oehle auf Goldblätt-

Digitized by Google

chen, die auf Wasser schwammen, und es erfolgte nicht die geringste Bewegung. Eben dasselbe habe auch Venturi an einem Stückchen brennenden Kampher, welchen er auf Kork schwimmen ließ, bemerket; nur wenn es das Wasser berührte, setzte es das schwimmende Blättchen in eine schnelle Bewegung. Hieraus schließt Herr Carradori, daß diese Bewegung nicht durch den Stoß flüchtiger Theile, welche aus dem Kampher ausströmen, sondern durch die Wirkung des Wassers hervorgebracht werde.

4. Die wahre Ursache der sonderbaren Bewegungen des Kamphers auf dem Wasser sey die Expansion eines Oehls, welches vom Wasser durch die Kraft der Flächenanziehung angezogen werde. Ein Tropfen fetten oder flüchtigen Oehls, womit man das Wasser berühre, während der Kampher darauf umher kreise, hemme seine Bewegung augenblicklich, wie Prevost und Venturi bemerkt hätten. Carradori erkläret dies daher, daß die Oehle von der Oberfläche des Wassers stärker angezogen werden, als das Oehl des Kamphers; sie verbreiten sich daher über dasselbe, bemächtigen sich der Oberfläche des Wassers, und heben die Anziehung desselben zum Oehle des Kamphers, und dadurch die Verbreitung desselben über die Oberfläche des Wassers auf. Die Eigenschaft, die Bewegung des Kamphers zu hemmen, komme eben so allem Mehle aus Getreidearten und Hülsenfrüchten und dem milchigen Safte der Wolfsmilch und anderer Pflanzen zu, die Körper hätten eine starke Adhäsion zur Wasserfläche, ohne öhlartiger Natur zu seyn. Daß übrigens Kampher, selbst wenn man ihn durch Hitze flüssig mache, zur Wasserfläche weniger Anziehung habe, als die fetten und flüchtigen Oehle, zeigte sich, als er geschmolzenen Kampher auf heißes mit einer Oehlhaut bedecktes Wasser tröpfelte; er vermochte nicht das Baumöhl zu vertreiben, noch weniger Mehl; und brennende Kampherstückchen, welche auf dem Wasser in Bewegung waren, blieben augenblicklich stehen, als die Wasserfläche

Digitized by Google

mit Oehl berühret wurde. Auch zeige sich in der That die Wasserfläche wie mit einem weißen sehr dünnen Firniß bedeckt, der unstreitig von den Kampherdämpfen herrühre, die sich auf dem Wasser condensiret hätten.

Auch Venturi erkläre diese Erscheinung auf ähnliche Art, nur hierin irre er sich, daß er zur Fortsetzung der Bewegung die Flüchtigkeit des Kamphers als wesentlich nothwendig halte. Die Bewegungen des Kamphers hiengen von zwey Ursachen ab: nämlich von der Verbreitung einer öhlichten Flüssigkeit über die Wasserfläche, und von der schnellen Verdunstung derselben. Die kreisende Bewegung der Kampherstückchen auf dem Wasser werde nämlich nach und nach immer langsamer, weil die Anziehung der Wasserfläche zum Oehle des Kamphers befriediget werde, indessen blieben doch die kleinen Kampherstückchen, die sich auf dem Wasser in kleine Haufen vereinigen, noch immer in einer kleinen innern Bewegung, welche in der schnellen Verdunstung des Kamphers ihren Grund habe.

Venturi hatte bemerkt, daß kleine Cylinder von Kampher, welche senkrecht im Wasser, halb eingetaucht, schwammen, nach 24 Stunden horizontal in der Ebene der Wasserfläche durchschnitten waren. Alles, was hieraus folge, sagt Carradori, sey, daß der Kampher gerade da, wo er die Wasserfläche berühre, am stärksten aufgelöset werde; und dadurch werde seine Erklärung vortrefflich bestätiget, daß nämlich der Kampher ein Oehl enthalte, das sich über die Wasserfläche verbreite, und eben dadurch stärker verdunste. Die Luft wirke hierbey nicht chemisch mit, wie Venturi zu glauben scheine, sondern bloß dadurch, daß sie die Verdunstung des über die Wasserfläche verbreiteten Kampheröhls befördere. Auch habe Prevost beobachtet, daß Kampher, der sich in feuchter Luft oder unter Wasser befinde, sich nicht so schnell verzehre, als wenn er die Wasserfläche berühre, schreibe aber dies fälschlich einer Beförderung riechender Ausflüsse durch das Wasser zu.

Digitized by Google

Aus allen diesen angeführten Thatsachen scheint dem Herrn Carradori unwiderleglich zu folgen, daß des Herrn Prevost's Versuche keinesweges darthun, daß sich rings um die riechenden Körper eine Atmosphäre von so großer Expansivkraft verbreite, daß Wasser, welches diese Körper umgebe, von ihrer Atmosphäre zurückgestoßen werde. Man schmeichele sich daher fälschlich, durch Mittel dieser Art die Ausflüsse riechender Körper dem Auge sichtbar zu machen. Denn riechende Körper, welche nicht zugleich ein flüchtiges Oehl enthielten, trieben keinen auf dem Wasser schwimmenden Körper zurück, und selbst Kampher geräthe auf einer sehr kleinen Wasserfläche in keine kreisende Bewegung, wie dies doch der Fall seyn müßte, wenn die riechenden Ausflüsse, und nicht blos die Wasserfläche, die Ursache dieser Veränderung sey.

Herr Prevost *) hat seine Meinung über die Ursache solcher Erscheinungen durch mehrere Versuche zu bestätigen und Carradori's Bemerkungen zu wiederlegen gesucht. Folgende Versuche schienen seine Meinung zu bestätigen:

1. Er brachte auf einem Teller, der 3 bis 4 Linien hoch mit Wasser bedeckt war, auf welchem kleine Stückchen Stanniols und Goldblättchen schwammen, 8 Linien über der Wasserfläche eine kleine gläserne Schaale. Als er in diese einige Tropfen Aether goß, kamen die Blättchen sogleich in Bewegung, und gingen nach verschiedenen Gegenden.

2. Befeuchtete er blos den Teller, stellte die Schaale tiefer, und goß wieder Aether hinein, so erschienen fast sogleich auf der ganzen Oberfläche des Tellers kleine trokkene Kreise mit einem Tropfen in der Mitte eines jeden. Diese Kreise vergrößerten und vereinigten sich, und trieben das Wasser nach dem Rande zu. Der ganze Boden war mit Tröpfchen bedeckt, welche hiehin und dorthin liefen, sich bisweilen vereinigten, und bald platter, bald erhabener wurden. Die kleinen plattern sich in der Nähe der

*) Annales de Chimie. Tom. XL. p. 2-56.

Digitized by Google

gesehen beträchtlich ab, und stossen zuletzt mit ihnen zusammen. Endlich nach geraumer Zeit setzte sich die ganze Flüssigkeit wieder horizontal.

3. Er legte zwey Scheiben von verzinntem Bleche, 3 und 1 8 Linien im Durchmesser, am Gewicht zusammen 3 Drachma, über einander auf Wasser, und brachte auf die obere ein Tröpfchen Aether. Im ersten Augenblicke bewegten sie sich lebhaft, nach einigen Stunden schwächer, blieben aber lange in Bewegung. Herr Prevost wundert sich, daß dem Herrn Carradori der einfache Versuch mit einer Scheibe, welche auf dem Wasser in Bewegung kommt, wenn ein Stück Kampher darauf geleget wird, nicht gelungen sey; er habe ihr wohl tausendmal, jedesmal mit glücklichem Erfolge angestellet.

Herr Prevost meinet, daß diese Versuche unwidersprechlich beweisen, daß eine unsichtbare Flüssigkeit den Erfolg in ihnen vermittele; und diese Flüssigkeit sey wahrscheinlich die, welche durch ihre Wirkung auf unsere Sinne die Empfindung hervorbringe, die wir Geruch nennen. Diese Flüssigkeit werde durch die Wirkungen, welche sie auf dem Wasser hervorbringe, so zu sagen, sichtbar gemacht.

4. Bey sehr trockner Luft goß Herr Prevost in eine porzellane Untertasse Quecksilber, welches sehr sorgfältig gereiniget und getrocknet war, und warf darauf kleine Stückchen Kampher. Sie geriethen in dieselbe Bewegung als auf Wasser, und da sie das Quecksilber fast nur berührten, so schien es, als sprängen sie auf dem Quecksilber umher. Der Kampher sinkt weder in Quecksilber, noch im Wasser so tief ein, als es vermöge seines specifischen Gewichtes geschehen sollte. Je trockener das Quecksilber war, desto lebhafter war die Bewegung. Als er auf das Quecksilber hauchte, hörte die Bewegung auf, fing aber wieder an, als diese Stelle trocken wurde. Oehl verbreitete sich über Quecksilber eben so wie über Wasser, und das geringste Oehl oder Fett hemmte sogleich die Bewegung des Kamphers. Hieraus folgert Herr

Digitized by Google

auf dem Wasser kreiset, wenn man ihn durch einen Stoß auf den Boden hinunter treibt, im Augenblicke, wenn er wieder über die Oberfläche heraufsteigt, in eine viel schnellere Bewegung kommt, lasse sich schwerlich einer andern Ursache, als der angehäuften Flüssigkeit zuschreiben, die, wenn das Stück an die Luft komme, entweiche.

8. Herr Prevoſt wollte sich überzeugen, ob wirklich Kampheröhl mit im Spiele sey, von welchen Carrador's und Venturi sprechen, und that daher 4 bis 5 Gran Kampher in eine zu drey Viertel mit Wasser gefüllte Flasche, und setzte diese umgekehrt in ein Glas Wasser. Nach 50 Tagen war aller Kampher verschwunden, und das Wasser des Glases, welches den Geruch desselben angenommen hatte, trieb das Wasser auf einen beseuchteten Tellerlebhaft zurück. Aber weder im Glase, noch in der Flasche fand sich das mindeste, was einem Oehle glich. Auf solche Art läßt sich mit der Zeit so viel Kampher, als man will, in demselben Wasser auflösen, da, nach Maßgabe, als das Wasser sich damit sättigt, die Luft, welche über der Wasserfläche im Glase stehet, ihn dem Wasser wieder entzieht, obgleich auch die Luft fähig ist, sich mit ihm zu sättigen, wie folgender Versuch zeiget.

9. Herr Prevoſt hat in eine ähnliche aufrecht stehende Flasche ein ziemlich großes Stück Kampher auf das Wasser geworfen, die Flasche aber mit einem Kork verschlossen. Sie wurde mehrmals stark geschüttelt, und doch hatte sie am Ende nur einen kleinen Theil Kampher aufgelöset; die Bewegung dieses Wassers hörte in dieser Flasche nach einiger Zeit völlig auf, dagegen in der vorigen Nr. 8. nicht eher, als bis er vollkommen aufgelöset war. Auch in diesem Versuche bildete sich kein Oehl, wie im vorigen.

Der Versuch Nr. 8. beweiset, daß der Kampher nicht blos zur Oberfläche, sondern zur ganzen Wassermasse Verwandtschaft hat. Daß aber der Kampher auf der Oberfläche des Wassers viel schneller verschwindet, als

Digitized by Google

wenn er sich im Innern des Wassers befindet, das schreibt Prevoſt nicht einer größern Verwandtschaft desselben zur Oberfläche, als zur ganzen Wassermasse, sondern dem Umstande zu, daß das elastische Fluidum, welches die Ursache der Bewegung des Kamphers auf dem Wasser ist, sich im Wasser weder bilden, noch entwickeln kann, sich aber in der Luft und einem leeren Raume sehr leicht auf Kosten des Kamphers und des Wärmestoffs der umgebenden Körper erzeuget, und daß dann das Wasser dieses Fluidum sehr viel leichter, als Kampher in Masse auflöset.

10. Herr Carradori behauptete, daß sich der Kampher auf einer sehr kleinen Fläche Wasser nicht bewege. Allein Herr Prevoſt hält dies für einen Irrthum, und sehe nicht ein, wie dies selbst aus seinen Grundsätzen und aus seiner Erklärung folgen sollte. Er sucht hievon gerade das Gegentheil aus folgendem Versuche darzuthun: nachdem er das Innere mehrerer sehr engen Haarröhrchen sorgfältig mit hindurchgezogenen Fäden gereiniget hatte, brachte er Stückchen Kampher hinein, die so klein waren, daß sie sich frey in ihnen bewegten; dann steckte er das eine Ende in Wasser, das Wasser stieg in die Höhe, und als es den Kampher erreichte, sahe er mittelst einer Loupe ihn sich sehr schnell bewegen in diesem sehr beschränkten Raume.

Noch hat Herr Prevoſt eine Reihe von Versuchen angestellet, welche beweisen, daß fast alle Flüssigkeiten fähig sind, eine die andere zurückzustoßen, oder von ihr zurückgestoßen zu werden.

Von	werden zurückgestoßen
Aether	Alkohol
Alkohol	wesentliches Pfeffermünzöhl
Pfeffermünzöhl	Bergamotöhl
Bergamotöhl	Origanumöhl
Origanumöhl	Satureyöhl
Satureyöhl	Mohnöhl, Baumöhl, Nußöhl und wahrscheinlich alle fette Oehle

Digitized by Google

Von	werden zurückgestoßen
Den fetten Oehlen und einer Menge anderer Substanzen	Reines Wasser
Reinem Wasser	Eine große Menge Auflösungen erdiger, alkalinischer u. metallischer Salze, z. B. Alaunauflösung
Alaunauflösung	Auflösung von Eisenvitriol
Eisenvitriolauflösung	Auflösung von Kupfervitriol
Kupfervitriolauflösung	Auflösung von Glaubersalz
Glaubersalzauflösung	Auflösung von Salpeter
Salpeterſalzauflösung	Auflösung von Kochsalz Auflösung von Zinkvitriol
Kochsalzauflösung Zinkvitriolauflösung	Auflösung von Salmiak

Einige dieser Versuche, sagt Prevost, scheinen für die Erklärung zu sprechen, welche Carradori für das Zurückweichen des Wassers auf einen angefeuchteten Teller vor andern Körpern giebt; indeß sind sie derjenigen Erklärung, welche Prevost gegeben hat, nicht weniger günstig. Ueberdem führt Prevost noch einige Versuche an, welche, wie es ihm scheint, nicht so leicht aus Carradori's Meinung sich erklären lassen.

Herr Prevost ließ ein Stück Alaun so ebnen, daß es eine Art von Tisch, 5 bis 7 Zoll ins Quadrat bildete, ließ ihn reinigen, und horizontal stellen, goß bey jedem Versuche reines Wasser darauf, und untersuchte nun, welche Flüssigkeiten Wasser auf dieser Alaunebene zum Weichen bringen würden. Folgende Stoffe trieben das Wasser gerade so zurück, als auf dem Teller:

Aether, Alkohol, ein Kampherstück, Bergamotöhl, Essigsäure, käufliche rauchende Salzsäure, gewöhnliches Scheidewasser, flüssiges Ammoniak, Nuß- und Baumöhl.

Diese gesammten Flüssigkeiten äußerten dieselbe Wirkung gegen das Wasser auf einem Tische aus präparirter Erde einer Fayencefabrik. Auch der Alkohol verhält sich

Digitized by Google

auf ihm gerade so wie auf Glas oder auf dem Teller. Und doch kann man sich leicht überzeugen, daß der Alkohol zu dieser Erde keine so große Verwandtschaft oder Anziehung der Oberfläche hat, als das Wasser.

Auch auf einer eingetrockneten Auflösung von Gummi in Aetzlauge trieben Aether, Alkohol und Bergamotöhl das Wasser zurück.

Diese Versuche wiederholte Herr Prevoſt auch auf Eis. Ein Tropfen Bergamotöhl verbreitet sich dabey in einen sehr niedlichen Stern, welcher aus Vorästungen, wie ein Meduſenkopf, besteht. Aether, Alkohol und Eſſigsäure machen die Eisscheibe, wenn sie nur 2 bis 3 Linien dick ist, knistern, und um den Tropfen bildet sich eine Undulation, welche in einer Menge concentrischer dünner und an einander gedrängter Kreise besteht, die sich immer mehr erweitern, in Maaßgabe als neue entstehen, nach Art der Kreise, welche ein Stein erreget, den man ins Wasser wirft, nur mit dem Unterschiede, daß ihrer verhältnißmäßig mehrere sind. Diese letzten Versuche gelingen gleichmäßig auf ganz trocknem Eise bey einer Temperatur von — 2 Reaum. und auf feuchtem Eise bey + 2° Reaum. Wärme.

Herr Prevoſt hat diese Versuche auf mehrere Art abgeändert, und immer haben ihm die Resultate bewiesen, daß das Zurückweichen des Wassers nicht durch eine größere Verwandtschaft der öhlichten oder riechenden Körper zum Glaſe oder zum Teller bewirkt wird.

Aus diesen und noch weit mehreren Versuchen schließt nun Herr Prevoſt, daß sie nach Carradori's Meinung nicht gut erkläret werden könnten. Besonders ist ihm folgender Einwurf gegen dieselbe sehr treffend. Bey recht trockener Luft und auf recht trockenem und reinem Glaſe verbreitet sich ein Tropfen Oehl, Aether, Alkohol u. s. f. nicht, er bleibt darauf mehr oder weniger convex nach Verschiedenheit seiner Natur. Haucht man aber auf das Glas ein wenig Feuchtigkeit, so verbreitet er sich sogleich über dasselbe. Warum, fragt nun Prevoſt, wartet denn

Digitized by Google

diese Verwandtschaft des Oehls mit der Oberfläche des Glases oder des Tellers die Gegenwart des Wassers ab, bevor sie sich äußert?

Herr Carrado·i *) hat gegen diese Versuche des Herrn Prevost mehrere Bemerkungen gemacht. Er führet an, daß der Erfolg in den Versuchen Nr. 1. und 2. den Aetherntheilchen zuzuschreiben sey, die beym Eingießen auf der Oberfläche des Wassers umher gespritzet waren, und von der Flächenanziehung getrieben sich über das Wasser verbreiteten; daran lassen die Tröpfchen gar keinen Zweifel, mit welchen Prevost den Boden bedeckt fand, und die das Wasser ringsumher zurücktrieben. Als Carradori beyde Versuche so wiederholte, daß er die Schaale nicht über dem Teller füllte, sondern schon gefüllt sorgfältig hinsetzte, kamen weder kleine auf dem Wasser schwimmende Blättchen in Bewegung, noch zeigten sich Tröpfchen auf dem befeuchteten Teller. Ein Aethertropfen, der auf Wasser gebracht ward, worauf Sägespäne schwammen, trieb die Spänchen zurück, und zeigte sich beym genauen Ansehen als ein feiner Schleier. Dieser Erfolg charakterisirt den Aether als einen öhlartigen Körper.

Was den Versuch des Herrn Prevost Nr. 3. betrifft, so hat ihn Herr Carradori nicht wiederholet, weil es ihm an ähnlichen Blechscheiben fehlte. Er versichert aber von neuem, daß er nie auch nur die kleinste Bewegung in Scheiben, oder in sehr leichten auf Wasser schwimmenden Körpern, welche ein Stückchen Kampher trugen, habe wahrnehmen können. Noch einen Beweis gebe folgender Versuch ab. Auf sehr reines Wasser in einem sehr reinen Teller legte er ein kleines Stück Stanniol, und brachte ein Stück Kampher darauf mit der möglichsten Vorsicht, um nicht den geringsten Kampher aufs Wasser kommen zu lassen. Das Blättchen blieb ruhig stehen, kam

*) *Brugnatelli* Annal. chim. To. XVIII. und in den Annales de chimie. To. XLVIII. p. 297. sqq.

Digitized by Google

aber sogleich in Bewegung, wenn dicht dabey ein Kamphertheilchen aufs Wasser fiel. Herr Carradori glaubt daher, daß Herr Prevoſt bey seinem Versuche nicht genau genug gewesen sey.

Ein auf Wasser schwimmendes Stanniolblättchen, dem er Baumwolle, an einem Strohhalm befestiget und mit Aether genäßt, näherte, kam dadurch zu seiner Verwunderung wirklich in einige Bewegung. Beym genauern Nachdenken fand er aber, daß dieser Erfolg seiner Meinung sehr günstig sey. Er ließ nämlich auf das Wasser einen Tropfen Wolfsmilch fallen, der sich augenblicklich übers Wasser verbreitete, und fast die ganze Oberfläche desselben im Teller bedeckte. Als er nun den vorigen Versuch wiederholte, Stanniolblättchen auf die Fläche warf, und ihnen mit Aether genäßte Baumwolle näherte, blieben diese Blättchen unbeweglich; auch alsdann noch, wenn er die Oberfläche der Flüssigkeit mit der Baumwolle berührte. Eben so hinderte ein Tropfen Oehl, der sich überm Wasser in einen Schleier verbreitet hatte, diese Wirkung des Aethers. Nach Carradori setzte also offenbar der Aether die auf reinem Wasser schwimmenden Körper, welchen er genähert wurde, durch seine Dämpfe, nicht dadurch, daß sie stoßend oder als mechanische Kraft wirkten, in Bewegung, sondern weil sie, wenn sie das Wasser berühren, sich über dasselbe nach Art der öhlichten Körper verbreiten, und die schwimmenden Körperchen entfernen; denn sonst hätte der Erfolg derselbe bleiben müssen, als Wolfsmilch oder Oehl das Wasser wie ein feiner Schleier bedeckte. Daß dies nicht geschah, kam daher, weil nun die Wasserfläche mit dem Wolfsmilchsafte gesättiget war, und die Anziehung des Aethers und seiner Dämpfe zur Oberfläche des Wassers, die Flächenanziehung des Wolfsmilchsaftes zum Wasser nicht übertrift.

Auf ähnliche Art, wie hier die Aetherdämpfe wirkten, wirkten auch die Dämpfe einiger ätherischen Oehle z. B. von Orangen- und Citronenöhl. Druckt man über Wasser, worauf Stanniolblättchen schwimmen, eine frische Orangen-

Digitized by Google

oder Citronenschale, so bewegen sich die Blättchen augenblicklich und stärker, als wenn man ihnen Aether näherte; dabey verbreiten sich die Strahlen ätherischen Oehls, die aus den Oehlgefäßen der Schale als ein Rauch hervordringen, in einen sichtbaren Schleier über das Wasser. Die Aetherdämpfe sind so sichtlich nicht, und verdampfen in wenig Augenblicken. Doch verliert das Wasser, wenn man es mehreremal hinter einander mit Aether berühret, die Eigenschaft, daß sich die Blättchen darauf bewegen; denn alsdann ist einige Zeit nöthig, bis der viele Aether, der sich über die Wasserfläche verbreitet hat, verdampfet ist; alsdann aber gelingt der Versuch wieder.

Herr Carradori hat Prevost's Versuch Nr. 4. wiederholet, und bemerket dabey, daß der Kampher auf der Oberfläche des Queckſilbers ähnliche Erscheinungen zeige, als auf der Oberfläche des Wassers, deren er sich bemächtige, wobey er die darauf schwimmenden Körper zurücktreibe. Indeß habe er auf dem Queckſilber die öhlichten Streifen nicht bemerken können, welche der Kampher auf dem Wasser hervorbringe. Vielleicht liege dies an der weit schnellern und fast augenblicklichen Verdunstung des Kamphers auf dem Queckſilber, da das Queckſilber zum Kampher weniger Anziehung habe, als das Wasser, welches den Kampher auflösen und den Geruch davon annehmen kann.

Zwey Tropfen Wolfsmilchsaft, die er auf Queckſilber fallen ließ, verbreiteten sich über selbiges, zwar langsamer wie über Wasser, aber doch in einem ziemlich bedeutenden Umfange, und trieben die Schwefel- und Kampher-theilchen zurück. Der öhlichte Schleier, womit der Wolfsmilchsaft das Queckſilber überzogen hatte, war sehr sichtbar. Aus diesen und ähnlichen Versuchen, die auch Herr Prevost angeführet hat, scheint dem Herrn Carradori zu folgen, daß zwischen den öhlichten Körpern und dem Queckſilber eine ähnliche Flächenanziehung statt findet, als zwischen ihnen und dem Wasser, und daß beyde Arten von Erscheinungen auf einerley Gesetzen beruhen. Herr

Digitized by Google

Carradori sagt daher, daß des Herrn Prevost's neuere Versuche seine Meinung noch mehr erweiterten, und zeigten, daß die Gesetze der Flächenanziehung, welche für die öhlichten Körper in Beziehung auf das Wasser statt fänden, für sie auch in Beziehung auf das Quecksilber gälten. Oehl entreißt dem Kampher die Oberfläche des Wassers und hindere dadurch seine Bewegung auf demselben; gerade so verhielten sich auch beyde zum Quecksilber.

Schwefelpulver, das auf Quecksilber gestreuet war, wich bey der Annäherung von Baumwolle, die er mit Aether befeuchtet hatte, zurück, ungefähr so, wie die auf Wasser schwimmenden Blättchen; doch konnte er auf der Quecksilberfläche keinen öhlartigen Schleier wahrnehmen. Dieser zeigte sich aber jedesmal für einen Augenblick, wenn er die Quecksilberfläche mit der Baumwolle berührte, wobey auch der Schwefel zurückwich. Noch besser glückte der Versuch mit einer Orangenschale; wurde sie über einer Quecksilberfläche gedruckt, so wich der Schwefel noch schneller und weiter zurück, und er sah deutlich einen langen Strich Quecksilbers mit einem öhlichten Schleier bedeckt. Nach Carradori sind alle diese Erfolge die schönsten Beweise seiner Meinung.

Herr Carradori nahm ferner Quecksilber, auf welchem sich ein Tropfen Oehl fast auf der ganzen Fläche wie ein feiner Schleier verbreitet hatte, und ließ auf eine noch vom Oehle reine Stelle einen Tropfen Wolfsmilch fallen; dieser verbreitete sich fast gar nicht; auf einer ganz reinen Quecksilberfläche geschah dies aber ziemlich schnell, so daß die Oberfläche desselben fast ganz damit überzogen wurde. Ein Tröpfchen Oehl, das er daneben brachte, vertrieb indeß, während dieses sich ausdehnte, die Wolfsmilch vom Quecksilber, und nachdem es sich so weit verbreitet hatte, als es konnte, fieng es an sich wieder zurückzuziehen, und vereinte sich in seiner Mitte zu einem Oehlkügelchen. Auch Oehl, welches sich über reines Quecksilber verbreitet hat, zieht sich nach einiger Zeit wieder zusammen, doch nicht so sehr, als wenn Wolfsmilch noch

Digitized by Google

über dem Queckſilber verbreitet iſt. Die Wolfsmilch geht dagegen nicht zuſammen, ſondern bleibt auf der einmal eingenommenen Oberfläche unverändert. Hieraus zieht Carradori den Schluß, daß das Oehl eine größere Flächenanziehung zum Queckſilber habe, als die Wolfsmilch, dem Verhalten beyder zum Waſſer entgegengeſetzt.

Eine Meſſerſpitze voll Mehl beweget ſich auf der Oberfläche des Waſſers, und verbreitet ſich über ſie; beydes geſchieht auf dem Queckſilber nicht. Eben ſo wenig gepulverte Harze und Gummireſinen. Dies beweiſe aber nur, daß zwar auf Waſſer alle flüſſige und fette, öhlartige Körper ihre Flächenanziehung zu demſelben äußern könnten; daß auf Queckſilber aber nur die tropfbar flüſſigen oder dampfförmigen öhlartigen Körper, oder Körper, die ein ſehr flüchtiges Oehl in ſich enthielten, und wenig andere, ihre Flächenanziehung zum Queckſilber ſichtbar zu äußern vermöchten. Dies dürfe uns aber auch nicht wundern, da das Queckſilber bey weitem nicht die auflöſende Kraft oder die Anziehung beſitze, welche dem Waſſer für dieſe Körper eigen ſey.

In Hinſicht der Verſuche des Herrn Prevoſt Nr. 4. u. 6. bemerket Carradori, daß das Oehl des Kamphers, wonach Prevoſt ſo ſehr geſuchet habe, und welches wegen augenblicklicher Verdunſtung auf dem Queckſilber nicht zu ſehen, bey gehöriger Aufmerkſamkeit aber doch auf dem Waſſer zu bemerken ſey, auf folgende Art weit ſichtbarer werde: Man werfe etwas gepulverten Kampher in ein Glas Waſſer, und bringe nach einigen Augenblicken auf das Waſſer einen Tropfen Wolfsmilchſaft. Dieſer bemächtiget ſich faſt der ganzen Oberfläche, und zwingt das Kampheröhl, welches vorhin die Waſſerfläche eingenommen hatte, ſich in einen kleinern Raum zuſammenzuziehen, und ſichtbarer zu werden. Wie kann man ſich aber darüber wundern, daß der Kampher über das Waſſer ein Oehl verbreite, da er ſelbſt nichts anders, als ein ſehr flüchtiges Oehl in feſter Geſtalt ſey?

Digitized by Google

Die Bemerkung des Herrn Prevoſt Nr. 7., daß nämlich Kampher, welcher in dem Augenblicke, wenn er wieder über die Oberfläche des Waſſers heraufſteige, in eine viel ſchnellere Bewegung komme, erkläret Herr Carradori daraus, daß das Kampherſtückchen in einem ſolchen Falle die Waſſerfläche frey vom Oehle des Kampfers finde, welches indeß verdunſtet ſey, und deſſen Gegenwart mache, daß der Kampher ſich langſamer bewege, weil er die Flächenanziehung des Waſſers ſättige.

Was die übrigen Verſuche betreffe, durch welche Herr Prevoſt beweiſen wolle, daß die Wirkungen, welche riechende Körper äußerten, ſich ebenfalls durch Körper ganz anderer Art hervorbringen ließen, ſo ſey er der Meinung, daß dieſe Erſcheinungen Wirkungen der Cohäſion ſeyn, und das Ausſtrömen einer expanſibeln Flüſſigkeit keineswegs bewieſen. Wenn es aber ſchon bekannte Geſetze gebe, die hinreichten, ſie zu erklären, ſo ſcheine es ihm ſehr unnöthig, dieſer Erſcheinungen halber ein neues unſichtbares Fluidum anzunehmen. Es ſey nicht erlaubt, in der Phyſik ohne Noth zu Hypotheſen ſeine Zuflucht zu nehmen.

Daß das Waſſer um naſſe Körper, wie Prevoſt geſehen habe, ſich zurückziehe, halte er für eine Wirkung der Anziehung des Gleichartigen, oder der Cohäſion; das Waſſer ſuche ſich zu vereinigen; dadurch werden Stellen entblößt, und ſo habe es den Anſchein, als ob das Waſſer ſich von feuchten Körpern zurückziehe, welche ſich in der Mitte einer ſehr dünnen Waſſerſchichte befänden.

Gegen den Verſuch des Herrn Prevoſt in Nr. 10. macht Herr Carradori folgende Bemerkungen: daß der Kampher ſich ſtärker oder ſchwächer bewege, je nachdem er über die Oberfläche des Waſſers mehr oder weniger verbreitet ſey, zeige dieſer Verſuch. In eine cylindriſche Flaſche mit engem langen Halſe voll Waſſers waren kleine Stückchen Kampher hineingeworfen. Sie liefen nicht hiehin und dorthin, wie ſie es gewöhnlich auf einer Waſſerfläche thun, ſondern, nachdem ſie ſich etwas um-

Digitized by Google

her beweget hatten, vereinigten sie sich, und blieben nun in dieser Lage. Die Oberfläche des Wassers hatte ohngefähr 3 Linien im Durchmesser. Hierauf sog Herr Carradori mit einem Strohhalm, ohne den Kampher zu berühren, etwa die Hälfte des Wassers heraus. Nun hatte die Oberfläche ohngefähr 2 Zoll im Durchmesser, und auf dieser größern Wasserfläche schien der Kampher wie neu belebt, und seine Bewegungen waren ohne Verhältniß größer.

Geringe Theilchen von Kampher bewegen sich auf Wasser in einem Glase sehr lebhaft, bis sie verzehret sind. Wirft man sie aber in Menge aufs Wasser, so bewegen sie sich weit schwächer oder gar nicht, weil alsdann die Wasserfläche mit dem Dehle des Kamphers, von welchem mehr hinzukomme, als verdunsten könne, fortdauernd gesättiget bleiben. Auf einer großen Wasserfläche würden dagegen auch sie in ihrer Bewegung nicht geschwächt worden seyn.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIV. S. 147. u. f. f.

B

Barometer (Zus. z. S. 253. Th. I.) Herr de Luc hatte die besonders für Höhenmessungen mit dem Barometer wichtige Erfahrung gemacht, daß nur in ausgekochten und vorzüglich Heberbarometern die Höhe des Quecksilberstandes völlig gleich sey. Diese Erfahrung hatte man auch bisher als allgemein angenommen, und man kann leicht denken, daß sie sich auf sehr oft wiederholte Prüfung gründet. Bey Wiederholungen dieser Art muß man aber völlig von der Genauigkeit der Barometer überzeuget seyn; denn schlechte Barometer können nie übereinstimmende Resultate gewähren. Herr D. Benzenberg *), welcher auf seinen Reisen durch die Rheingegen-

*) Sind die Barometer Individuen? in Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVI. S. 345. f.

Digitized by Google

den Gelegenheit hatte, eine Vergleichung seines Reisebarometers mit mehreren andern zum Theil Heber- zum Theil Gefäßbarometern anzustellen, hat doch die von de Luc gemachte Erfahrung nicht vollkommen genau bestätiget gefunden, und behauptet daher, daß gute Barometer keine Individuen sind. Jedoch war der Unterschied bey der Vergleichung mehrerer guten Barometer nicht über zweyhundert Theile eines Zolles, und bey schlechtern, aber ausgekochten, nicht über Vierhundertheile eines Zolles. Könnte man sich also auch auf die Genauigkeit der gemachten Beobachtungen, und auf die Rücksichten aller möglichen Umstände, welche die Barometer betreffen, und veränderten Barometerstand hervorzubringen im Stande sind, verlassen, welches aber nicht jederzeit der Fall beym Herrn Benzenberg ist; so würden diese geringen Unterschiede guter Barometer beym Gebrauche der Höhenmessungen keine beträchtliche Differenz in Bestimmung der Höhen geben. Bey Vergleichungen der Barometerhöhen mit Heber- und Gefäßbarometern muß schon aus der Wirkung der Haarröhrchenkraft ein merklicher Unterschied statt finden, wenn diese nicht mit in Betrachtung gezogen wird. Herr de la Place machte zuerst auf diesen Umstand aufmerksam. Ist nämlich in den Barometerröhren die Oberfläche des Queckſilbers convex, so steht es vermöge der Capillarität in weitern Röhren höher als in engern, und muß dieses folglich in den Gefäßbarometern Einfluß auf die Höhe der Queckſilbersäule haben. In Heberbarometern mit Schenkeln von gleicher Weite ist die Wirkung der Haarröhrchenkraft einander gleich, und hebt sich folglich auf. Bey den Gefäßbarometern dagegen wird diese Wirkung desto merkbarer, je enger die Röhre ist. In Barometern dieser Art würde die beobachtete Barometerhöhe kleiner, als sie der Druck der Atmosphäre bestimmt, seyn, wenn man sie vom Niveau des Queckſilbers im Gefäße, bis an den Punkt der Röhre rechnen wollte, wo die convexe Fläche das Glas berühret. Um nun diese beobachteten Höhen

Digitized by Google

auf wahre Höhen zu bringen, welche dem wahren Drucke der Atmosphäre gemäß sind, und um die Gefäßbarometer dadurch völlig vergleichbar zu machen, ist eine Correction wegen des Einflusses der Capillarität nöthig. Diese ist die Höhe einer Quecksilbersäule, welche zur Grundfläche den Queerschnitt der Barometerröhre, und zur Höhe die Höhe zwischen dem obersten Punkt der Convexität der Oberfläche des Quecksilbers, und den Wänden der Röhre, wo die convexe Quecksilberfläche das Glas berühret, hat. Dieser Raum des Quecksilbers läßt sich durch das Gewicht desselben mit Genauigkeit messen. Man kann also sehr leicht eine Tafel berechnen, welche für die verschiedenen Durchmesser der Röhren die Correction wegen der Wirkung der Haarröhrchenkraft giebt, welche man den beobachteten Höhen eines Gefäßbarometers hinzuzufügen hat, um die wahren Barometerhöhen zu erhalten. Wollte man hiebey ganz genau zu Werke gehen, so würde vorausgesetzt werden müssen, daß die Barometerröhren von einer gleichartigen Glasmasse verfertiget wären. Indessen ist die Verschiedenheit der Materie an sich unbedeutend, und die Wirkung der Glasröhre auf das Quecksilber muß überhaupt nur sehr klein seyn, soll die Oberfläche des Quecksilbers in sehr engen Röhren nahe die Gestalt einer Halbkugel annehmen können; es kann daher auch die Verschiedenheit des Glases keinen wahrnehmbaren Einfluß auf die Barometerhöhen äußern.

Die neuern Einrichtungen der guten Gefäßbarometer haben auch die Anordnung erhalten, daß man gleich mittelst der Tangente des Kugelsegments, welches das Quecksilber bildet, die Barometerhöhe ablesen kann.

Das Heberbarometer hat besonders durch Gay-Lussac *) eine Verbesserung dadurch erhalten, daß in so fern auf den Einfluß der Capillarität Rücksicht genommen worden, als dasselbe aus einer gebogenen, an beyden Enden geschlossenen Röhre besteht, deren längerer Schenkel

*) Annales de Chimie et de physique. Tom. I. p. 213. 229.

Digitized by Google

sich unten gleichmäßig verenget, um beym Umkehren des Instruments das Fallen des Queckſilbers und dadurch ſeine Stoßgewalt gegen das Glas des kürzern Schenkels zu mäßigen, und deſſen kürzerer Schenkel an der Seite in der Mitte oberhalb der Oberfläche des Queckſilbers ein ſehr feines, den Zutritt der Luft geſtattendes kleines Loch beſitzet, durch welches das Queckſilber, vermöge ſeiner Capillarität, nicht ſo leicht durchläuft. Daher eignet ſich auch dieſes Barometer vorzüglich zum Reiſebarometer.

(Zuſ. z. S. 280. Th. I.). In den neuern Zeiten haben mehrere Phyſiker über die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme Verſuche angeſtellet. Da die Reſultate aller ſo berühmter und genauer Experimentatoren über dieſen Punkt ſo bedeutend von einander abweichend gefunden worden, ſo läßt ſich wohl leicht ſchließen, daß die Auflöſung dieſer Aufgabe mit gewiſſen Schwierigkeiten verbunden ſeyn muß. Betrachtet man das Volumen einer Queckſilberſäule beym Froſtpunkte = 1, ſo dehnet ſie ſich bis zum Siedpunkte nach la Place und Lavoiſier a) um $\frac{1}{54,19} = 0,01848$, nach Hällſtröm b) um $\frac{1}{56,67} = 0,01758$, Schmidt c) um $\frac{1}{57,31} = 0,01745$, Dalton d) um $\frac{1}{50} = 0,02$, und Dülong und Petit e) um $\frac{1}{55,5} = 0,01802$ aus. Der Herr Obſerv. Gottl. Winkler f) zu Halle hat die Reſultate aller bisher angeſtellten Verſuche über die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme nach dem 80theiligen Reaum. Queckſilberthermometer in folgende Tafel gebracht:

---

a) Mécanique céleste. Tom. IV. p. 291.

b) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XX. S. 397. f.

c) Handbuch der Naturlehre. B. I. S. 272.

d) Neues Syſtem des chemiſchen Theils der Naturw. A. d. Engl. v. Wolff. B. I. S. 41.

e) Annales de chimie et de physique. Tom. VII. p. 136. sqq.

f) Tafeln, um Barometerſtände, die bey verſchiedenen Wärmegraden beobachtet worden ſind, auf jede beliebige Normaltemperatur zu reduciren. Halle, 1820. 4. B. 12. f. f.

Digitized by Google

Tafel der Bestimmungen über die absolute Ausdehnung des Quecksilbers.

Nach der Angabe von	Vom Frost- bis zum Siedpunkte			Für jeden Grad Reaumur		
	des Volumen	einer Säule, die bei 0° = 1	einer Säule v. 27 Zoll in Linien	des Volumen	einer Säule, die bei dem vorhergehenden Grade = 1	einer Säule v. 27 Zoll in Linien
1. Dalton	1/50	0,02000	6,48000	1/4000	0,00002500	0,08100
2. Cavendish	1/53,42	0,01872	6,06514	1/4273,6	0,00002340	0,07581
3. de Luc	1/54	0,01852	6,00000	1/4320	0,00002315	0,07500
4. Laplace und Lavoisier	1/54,12	0,01848	5,98670	1/4329,6	0,00002310	0,07483
5. Engl. Commission	1/54,24	0,01844	5,97207	1/4339,2	0,00002305	0,07467
6. Shuckburgh	1/54,82	0,01824	5,90993	1/4385,6	0,00002280	0,07387
7. Dulong und Petit	1/55,5	0,01802	5,83784	1/4440	0,00002252	0,07297
8. Gehler	1/56,45	0,01771	5,73960	1/4516	0,00002214	0,07175
9. Hällström	1/56,87	0,01758	5,69690	1/4549,8	0,00002198	0,07121
10. Schmidt	1/57,31	0,01745	5,65366	1/4584,8	0,00002186	0,07067
11. Lux	1/57,45	0,01741	5,63969	1/4596	0,00002176	0,07050
12. Rosenthal	1/58,27	0,01716	5,56032	1/4661,6	0,00002145	0,06950
13. Rei	1/58,63	0,01706	5,52637	1/4690,4	0,00002132	0,06908
14. Schlögl	1/59,01	0,01698	5,49992	1/4719,8	0,00002122	0,06875
15. Herbert	1/64,1	0,01660	5,05460	1/5128	0,00001950	0,06319
16. de l'Isle	1/66,5	0,01504	4,87218	1/5320	0,00001880	0,06090
17. Casbois	1/64	0,01498	4,83582	1/5560	0,00001866	0,06045

Digitized by Google

Diese Tafel zeiget hinreichend, wie sehr die verschiedenen Bestimmungen von einander abweichen, und es erstreckt sich ihre Divergenz für 80° Reaum. sogar auf 1,64418 und für 1° auf 0,02055 Linien bey einer Quecksilbersäule von 27 Zollen. Zugleich erhellet aber auch, daß die drey letzten Bestimmungen offenbar zu klein sind, und daher ganz außer Acht gelassen werden können. Nimmt man daher mit Weglassung der Bestimmung der Herren Dülong und Petit aus den 13 übrigen Bestimmungen das Mittel, so erhält man dies zu $\frac{1}{55,73}$, welches im Nenner nur um 0,23 von der Dülong'schen Bestimmung $= \frac{1}{55,5}$ abweicht; alle übrige Bestimmungen nähern sich daher dieser Dülong'schen wie um eine mittlere Größe. Man hatte zwar bisher die Bestimmung der Herren la Place und Lavoisier als die alleinig richtigste und genaueste allgemein angenommen; allein die Herren Dülong und Petit haben gezeiget, daß bey der la Place'schen Bestimmung ein Rechnungsfehler sich eingeschlichen hat. Wenn aber dieser Rechnungsfehler gehoben wird, so würde aus der la Place'schen Bemühung ein Resultat hervorgehen, welches sehr nahe der Dülong'schen Bestimmung kommt. Schon diese Uebereinstimmung der Dülong'schen Angabe ist genügend genug, die letztere als die richtigste unter allen anzuerkennen. Außerdem ist aber auch diese Bestimmung von den Herren Dülong und Petit mit einer so großen Genauigkeit ausgeführet worden, daß ihnen die Akademie der Wissenschaften zu Paris in ihrer Sitzung am 16. März 1818 den für Physik bestimmten Preis zuerkannt hat. Sie bedienten sich folgenden sinnreichen Apparats:

Auf einer starken hölzernen Unterlage mit drey Füßen ist eine starke eiserne Stange MN (Fig. 16.), dessen Oberfläche genau eben ist, befestiget. An dem einen Ende M dieser Stange sind ein Paar senkrecht gegen einander gerichtete Niveaus mit Luftblasen mit der Oberfläche der eisernen Stange parallel angebracht, damit letztere durch

Digitized by Google

4 Schrauben, von welchen an jeder Ecke der hölzernen Unterlage eine sich befindet, genau horizontal gestellet werden kann. Auf dieser horizontalen Oberfläche der eisernen Stange liegt horizontal eine genau kalibrirte Glasröhre BB', welche durchaus gleiche Weite und gleiche Glasdicke hat, an ihren beyden Enden B und B' ist sie rechtwinklicht in die Höhe gebogen, und mit weitern Glasröhren an beyden Seiten BA und B'A', welche genau auf der Oberfläche der eisernen Stange senkrecht stehen, verbunden, damit die Haarröhrchenkraft auf das Flüssige in selbigen keinen Einfluß habe.

In dem einen Schenkel AB der communicirenden Glasröhre ABB'A' wird Queckſilber gebracht, und derselbe ist vorzüglich dazu bestimmt, das in selbigem enthaltene Queckſilber stets auf o Grad Wärme zu erhalten. Zu diesem Ende ist dieser Schenkel mit einem weiten Eisenblechcylinder umgeben, welcher auf der eisernen Stange befestiget ist, und mit zerstoßenem Eise angefüllt wird. Ein in selbigem eingesetztes Thermometer giebt die Versicherung, daß das Ganze stets auf dem Eispunkte bleibt. Der blecherne Cylinder hat in F einen Einschnitt, durch welchen man den Queckſilberstand in dem Schenkel AB beobachtet, und die Stütze dieses letztern hat oben einen bogenförmigen Arm, dessen feine Spitze R zu einem Merkzeichen dient, indem er die Glasröhre berührt, auf dasselbe das Niveau des Queckſilbers zu beziehen.

Der andere Schenkel B'A' sollte nun mit seinem Queckſilber von o bis zu jedem andern Wärmegrade, bis zum Siedpunkte des Wassers und darüber, erhitzt werden können, und bot nun deshalb bey der Einrichtung dazu, weit mehr Schwierigkeiten dar, als der Schenkel AB. Diesen andern Schenkel B'A' umgiebt ebenfalls ein Cylinder, welcher aber von Rothkupfer ist, und welcher einen beweglichen Boden haben mußte, um durch ihn die eiserne Stange hindurch, und die Glasröhre hineingehen zu lassen. Unten hat er einen breiten Rand, und an diesen ist mit vielen starken Schrauben der Boden, welcher un-

Digitized by Google

terhalb der eisernen Stange, die der Cylinder mit einer Hülse umgiebt, die durch festen Kitt dieselbe dicht umschließt, hinweggeht, angeschroben, nachdem zwischen beyde zu vollkommener Dichte dünne Kartenblätter geleget sind.

Der Kupfercylinder ist rings von einem mittelst eisernen Klammern zusammengehaltenen festen Ofen, welcher mit auf der hölzernen Unterlage ruhet, umgeben, und durch diesen kann dem fixen Oehle, mit welchem der Kupfercylinder erfüllet wird, einförmig und gleichmäßig und folglich auch, dem Queckſilber im Schenkel B'A', jeder beliebige Wärmegrad ertheilet werden. Damit dies Oehl aber den innern Raum stets gänzlich ausfülle, ist am obern Boden ein Röhrchen angebracht, durch welches dasselbe tropfenweise herausläuft, je nachdem es durch höhere Temperaturannahme sein Volumen vergrößert. Mitten aus dem obern Boden ragt luftdicht damit verbunden der umgebene Schenkel B'A' hervor, und verstattet, das Queckſilber in selbigem zu beobachten. Außer diesem Schenkel aber enthält das Oehlbad noch zwey Thermometer, ein Queckſilberthermometer DE und ein Luftthermometer D'E'. Das erstere besteht in einer Glasröhre von dem nämlichen Durchmesser als B'A', ist eben so tief in das Oehlbad eingetaucht, und endiget sich oberhalb des Deckels des Cylinders mit einer feinen Oeffnung. Offenbar hat das Queckſilber in dieser Glasröhre die nämliche Temperatur, wie das im Schenkel B'A', und diese Temperatur wird dadurch gemessen, und zwar sehr genau, daß man das Queckſilber abwägt, was aus der feinen Oeffnung des Thermometers DE in das kleine Gefäß L läuft, wenn die Wärme zunimmt, und das Queckſilber sich ausdehnt. Das Luftthermometer D'E' hat dieselbe Gestelt wie das Queckſilberthermometer; nur ist die bey G' über dem Deckel des Kupfercylinders damit verbundene enge Röhre senkrecht umgebogen, geht dann zum Theil in der horizontalen Lage G'H' fort, und beuget sich bey H' wiederum senkrecht herab, um sich in ein Ge-

Digitized by Google

fäß mit Queckſilber bey K' unterzutauchen. Wird jetzt das Oehlbad faſt bis zum Sieden erhitzt, ſo entweicht alle Luft aus dem in ſelbigem ſtehenden Thermometergefäße ſowohl, als aus der gekrümmten Röhre, und es tritt ſtatt deſſen, ſobald das Oehlbad wieder erkaltet, zum Theil das ſperrende Queckſilber bey K' hinein. Mißt man nun im beobachteten Maximum einer Temperatur die Höhe der eingetretenen Queckſilberſäule, und beybachtet, damit man die Elaſticitätszunahme der umgebenden Luft kenne, das Barometer, ſo findet man mittelſt einer einfachen Rechnung die Temperatur durch dieſes Luftthermometer. Obgleich eines dieſer Thermometer ſo genau iſt als das andere, ſo ſind bey den Verſuchen doch beyde ſtets beobachtet.

Um aber die Höhen der Queckſilberſäulen in den beyden Schenkeln BA und B'A' zu meſſen, diente ein eigenes, in gleicher Entfernung von beyden auf einer Marmorplatte T, welche einen feſten Mauerpfeiler bedeckt, ruhendes Mikrometer, welches aus einem Fernrohre beſtehet, das in ſeinem Brennpunkte mit einem Horizontalfaden, und übrigens, um die optiſche Axe deſſelben zu reguliren, wenn es um eine Vertikalaxe gedrehet wird, mit einer Waſſerwage verſehen iſt. An einer ſenkrechten eingetheilten Stange kann es auf- und abbeweget werden, und mißt an dieſer, indem der Horizontalfaden die Queckſilberoberfläche in dem gerade beobachteten Schenkel AB oder A'B' berühret, die Höhenunterſchiede beyder von dem oben erwähnten Abſehungspunkte an der Stütze im Eiscylinder, welcher von der Oberfläche der eiſernen Stange, da jene Stütze ſtets 0° Temperatur hat, immer gleich hoch ſeyn muß, mittelſt eines Nonius höchſt genau, und zwar bis $\frac{1}{30}$ Millimeter.

Beym Verſuche ſelbſt wurde nun auf folgende Art verfahren: man maß die Höhe jedes Abſehepunktes durch einen bis auf $\frac{1}{10}$ Millimeter getheilten Maaßſtab von der Oberfläche der eiſernen Stange, und zog davon die halbe Dicke der horizontalen Glasröhre ab, weil nur von der

Digitized by Google

Mitte derselben an, sowohl die Höhe $r = AR$, als eine beständige Größe, als auch die Höhe der Queckſilberſäule im Schenkel $AB = h$, und die im Schenkel $A'B' = h'$ gerechnet werden kann, erhitzte hierauf das Oehlbad bis zu irgend einer beliebigen Temperatur, und maß alsdann mittelſt des Mikrometers die Höhenunterſchiede $r - h$ und $r - h'$ beyder Säulen h und h' vom Abſehepunkte.

Vermöge des bekannten hydroſtatiſchen Geſetzes, daß nämlich in einer communicirenden Röhre die ſenkrechten Höhen zweyer in beyden Schenkeln ſich befindenden Flüſſigkeiten ſich umgekehrt, wie ihre Dichtigkeiten verhalten, war es nicht ſchwer, die Ausdehnung des Queckſilbers zu erforſchen, wenn man die Höhen der beyden Säulen, von welchen man die eine auf der Temperatur des Eispunktes erhielt, während man die andere bis zu irgend einem andern beſtimmten Wärmegrade erhitzte, unmittelbar meſſen konnte.

Wenn alſo h und h' die beyden vertikalen Queckſilberſäulen, die bey den Temperaturen t und t' einerley Druck hervorbringen, bedeuten, und d und d' die dazu gehörigen Dichtigkeiten vorſtellen, ſo hat man

$$hd = h'd';$$

nun ſind aber d und d' im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Volumen v und v', welche eine und dieſelbe Maſſe der Flüſſigkeit einnehmen, indem man ſie nach und nach in die Temperaturen t und t' bringt, und daher hat man

$$d : d' = v' : v, \text{ mithin auch}$$
$$hv' = h'v, \text{ und folglich}$$
$$v' = \frac{h'v}{h},$$

woraus alsdann für den mittlern Coefficienten der Ausdehnung zwiſchen t° und t'° abgeleitet wird

$$\frac{h' - h}{h\,(t' - t)}.$$

Um zu ſehen, mit welcher Genauigkeit durch dieſe Operationen die Coefficienten der Ausdehnung beſtimmt

Digitized by Google

werden, führen die Herren Dülong und Petit folgende Messungen bey 100 Centigraden oder 80° Reaum. an: Die Höhe r war = 0^{met}, 58250, und die Höhen r — h, und r — h' waren respect. = 0^{m}, 03855 und 0^{m}, 02875; folglich war h = 0,54395 und h' = 0,55375, und daher h' — h = 0,00980. Nach obiger Formel fand man also den mittleren Coefficienten der absoluten Ausdehnung des Queckſilbers zwiſchen 0° und 100°

$$= \frac{0{,}00980}{0{,}54395\ (100° - 0°)} = \frac{0{,}00980}{54{,}395} = \frac{980}{543950}$$

$$= \frac{1}{5550}.$$

Man erſiehet aber offenbar hieraus, daß, ſelbſt wenn ein Irrthum von 3 Millimetern in der Meſſung von r, als ſchwierigſte der Beſtimmungen, ſtatt gefunden hätte, dies doch noch keine Ungewißheit von 2 oder 3 Einheiten im Nenner des vorigen Bruchs hervorgebracht haben würde.

Die Herren Dülong und Petit haben aus einer großen Anzahl gemachter Verſuche folgende Zuſammenſtellung der erhaltenen Reſultate gegeben, welche Herr Winckler für die gotheilige Thermometerſkale anſetzet und zugleich die größten Ausweichungen zu denſelben in + und — aller derjenigen Verſuche hinzufüget, aus welchen ſie das Mittel ſind:

Tafel der abſoluten Ausdehnung des Queckſilbers nach den Verſuchen der Herren Dülong und Petit.

Temperatur, die aus der Ausdehnung der Luft abgeleitet iſt	Mittlere abſolute Ausdehnung des Queckſilbers	Temperatur, die angezeiget wird, indem man die Ausdehnung des Queckſilbers als gleichförmig annimmt	Abweichungen der einzelnen Beobachtungen in	
			+	—
0°	0	0°	0	0
80°	$\frac{x}{4440}$	80	$\frac{x}{4437,6}$	$\frac{x}{4441,6}$
160	$\frac{x}{4340}$	163,688	$\frac{x}{4335,2}$	$\frac{x}{4344,8}$
240	$\frac{x}{4840}$	251,320	$\frac{x}{4931,2}$	$\frac{x}{4947,2}$

Digitized by Google

Vergleicht man die erste und dritte Columne dieser Tafel mit einander, so sieht man, daß die absolute Ausdehnung des Queckſilbers von 0° bis 80° als vollkommen einförmig zu betrachten iſt, und daß der Coefficient $\frac{1}{4440}$ dieſer Ausdehnung genau entſpricht.

Zuletzt fügen die Herren Dülong und Petit in Betreff der la Place'ſchen Beſtimmung von $\frac{1}{4330}$, die bisher allgemein im Gebrauche geweſen iſt, folgende Note bey (S. 154 d. angef. Memoir.): "in dem Artikel „von der Ausdehnung des Queckſilbers haben wir die Tafel „der Reſultate dargeſtellt, welche von verſchiedenen Phy„ſikern über dieſe wichtige Beſtimmung ſind gefunden „worden. Man findet darunter auch das, welches man „in Frankreich ſeit mehreren Jahren gebraucht hat, und „welches den Herren la Place und Lavoiſier beygeleget „worden. Wir haben uns wohl überzeuget, daß dieſe „Beſtimmung keinesweges mit der Zahl übereinſtimmte, „welche Lavoiſier in ſeinen Memoires Tom. I. p. 310 „für die Ausdehnung des Queckſilbers im Gaſe anführet; „allein wir waren der Meinung, daß ſie aus einer nach„folgenden und nicht abgedruckten Arbeit abgeleitet ſey. „Seit dem Abdruck unſerer Memoire haben wir erfahren, „daß dieſe berühmten Gelehrten keine neuere Verſuche „über dieſen Gegenſtand angeſtellet haben; aber daß ein „Rechnungsfehler in die Beobachtungen ſich eingeſchlichen „habe; ſo daß der aus ihren Meſſungen abgeleitete wahre „Coefficient $\frac{1}{5522}$ ($\frac{1}{4440}$ der 80theiligen Skale) an ſtatt „$\frac{1}{5412}$ iſt. Dieſer, den wir durch ein durchaus verſchie„denes Verfahren gefunden haben, iſt $\frac{1}{5550}$, welcher, „wie man ſieht, ſehr wenig von $\frac{1}{5522}$ verſchieden iſt. „Dieſe Uebereinſtimmung iſt ein neuer Beweis von der „Richtigkeit unſerer Beobachtungen."

Man drucke die Barometerhöhen bey 0° und n° Wärme über oder unter o mit a und b aus, und ſetze die Volumen der Queckſilberſäulen, welche zu dieſen Barometerhöhen gehören, V und v, ſo hat man

Digitized by Google

$$a : b = V : v, \text{ und } \frac{b}{a} = \frac{v}{V}$$

Bedeutet nun m diejenige Größe, um welche das Quecksilber seinem Volumen nach für jeden höhern Grad der Wärme, welchen es annimmt, sich ausdehnet, oder für jeden niedrigern sich zusammenziehet, so erhält man

bey + n° Wärme $v = V + \frac{Vn}{m} = V\left(1 + \frac{n}{m}\right)$ und

bey − n° Wärme $v = V - \frac{Vn}{m} = V\left(1 - \frac{n}{m}\right)$

Hieraus ergiebt sich $\frac{v}{V} = \frac{b}{a} = 1 + \frac{n}{m}$ und

$$\frac{v}{V} = \frac{b}{a} = 1 - \frac{n}{m}$$

Man findet also $a = \frac{b}{1 + \frac{n}{m}} = \frac{mb}{m+n} = b - \frac{nb}{m+n}$

für + n° und

$a = \frac{b}{1 - \frac{n}{m}} = \frac{mb}{m-n} = b + \frac{nb}{m-n}$ für − n°

Es ist daher die gesuchte Correction für ± n°

$$\mp \frac{nb}{m \pm n}$$

Da nun nach den Herren Dülong und Petit $m = 4440$ gefunden ist, so hat man die Correction in aller Strenge für ± n°

$$\mp \frac{nb}{4440 \pm n}$$

Da aber gewöhnlich n in Vergleichung mit 4440 sehr klein ist, so kann ohne merklichen Fehler n weggelassen werden, und es wird die Correction

$$\mp \frac{nb}{4440} \text{ d. h.}$$

Digitized by Google

man multiplicirt die bey n° beobachtete Barometerhöhe, und dividiret dieses Produkt durch die Zahl 4440, der Quotient wird von der beobachteten Barometerhöhe abgezogen für + n° Wärme, dagegen dazu addiret für — n° Wärme.

Herr Winkler hat hienach in seiner angeführten Abhandlung Tafeln berechnet, welche jedem, der sich mit Beobachtungen der Barometerhöhen beschäftiget, vorzüglich zu empfehlen sind.

Auch führet Herr Vinc. Chiminello *) an, daß sich die Quecksilbersäule im Barometer, wenn solches von einem Orte nach einem andern getragen werde, ja sogar beym Anstoßen, verlängere, und daß eine solche bewegte Quecksilbersäule oft 1 bis 2 Stunden lang 1 Linie und darüber zu hoch stehe, und alsdann erst zu ihrem wahren Stande zurückkehre. Die Veranlassung zu dieser Bemerkung hatte ihm der Rath des Herrn de Luc gegeben, daß man nämlich vor einer Barometerbeobachtung ein wenig an die Barometerröhre klopfen müsse, um die Adhäsion des Quecksilbers aufzuheben, worauf dasselbe seine wahre Höhe annehme. Herr Chiminello hatte zwey völlig gleiche Gefäßbarometer in einerley Zimmer aufgehangen, und er fand einen merkbaren Unterschied in der Höhe, wenn an das Barometer geklopft wurde, von derjenigen, wenn es in Ruhe war. Durch nachherige sehr vielfältig angestellte Versuche und Beobachtungen war er völlig überzeuget, daß jedesmal die Barometerhöhe eine beträchtliche Zeit größer werde, wenn das Quecksilber in der Röhre in Bewegung gesetzet worden. Es ist ihm wahrscheinlich, daß diese Verlängerung der Barometersäule eben sowohl in einer mechanischen, als in einer physischen Ursache den Grund habe. Durch den Stoß nämlich würden die Lagen einer Quecksilbersäule

*) Memorie di Matem. e di Fisica della societa Ital. delle scien. T. XV. P. I. p. 50 sqq. übers. in Gilbert's Annalen Tom. LIV. S. 368. ff.

Digitized by Google

auf eine ähnliche Weise gestöret, wie die Theile einer gespannten Saite, und müßten daher in ähnliche Schwingungen wie diese versetzet werden, die eine Zeitlang dauerten. Die andere physikalische Ursache aber, die von längerer Dauer, als die mechanische, sey, sucht er in der durch die Bewegung des Queckſilbers erregten Elektricität, welche nach mehreren Erfahrungen die flüſſigen Materien dünnflüſſiger mache, und sie folglich ausdehne.

(Zuſ. z. S. 64. Th. VI.). Herr Englefield *) hat ein neues Reiſebarometer angegeben, welches dem Hamilton'ſchen ähnlich, aber noch einfacher und wohlfeiler als dieſes, iſt. Das Barometerrohr hat eine Länge von ungefähr 33½ engl. Zolle, eine Weite von $\frac{1}{10}$ Zoll, und eine eben ſo große Glasdicke, ſo daß der äußere Durchmeſſer $\frac{3}{10}$ Zoll beträgt. Das Gefäß iſt vom Buchsbaumholz genau cylindriſch gedrehet und im Innern 1 Zoll tief und 1 Zoll weit. Ein kurzer Hals reicht oben über die Büchſe hinaus, um darin das Rohr befeſtigen zu können. Das Rohr reicht in das Gefäß genau bis zur Hälfte der Tiefe hinein. Der Boden des Gefäßes wird durch einen aufgeſchraubten buchsbaumenen Knopf verſchloſſen, welcher, indem er gegen ein Stück Leder feſtgeſchraubet iſt, das Queckſilber in irgend einer Richtung durchzudringen verhindert. Wenn nun das Rohr auf die gewöhnliche Art gefüllt und ausgekocht worden, ſo hält man das Inſtrument umgekehrt in eine ſenkrechte Lage, und gießt ſo viel Queckſilber in das Gefäß, daß es bis auf $\frac{2}{10}$ Zoll damit gefüllt iſt. Alsdann ſchraubt man den Boden feſt an, und ſichert ihn beſonders noch durch eine quer eingeſchraufte Meſſingſchraube.

In dieſem Barometer kann das Ende des Rohres im Gefäße niemals vom Queckſilber entblößet werden, welche Lage man auch dem Inſtrumente giebt, und es kann daher nie Luft in das Rohr dringen. Da nun die Querſchnitte des Gefäßes und der Röhre ſich wie die Quadrate ihrer

*) Gilbert's Annalen. T. XXXVIII. S. 249. u. f.

Digitized by Google

Durchmesser verhalten, der Durchmesser des Gefäßes aber = 1 Zoll, der des Rohrs = 0,3, und der der Oeffnung = 0,1 Zoll ist, so ist die Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäße 109 — 9 = 91 Mal größer, als der innere Querschnitt der Röhre. Wenn folglich das Quecksilber im Gefäße um $\frac{2}{10}$ Zoll steigen soll, muß es in der Röhre $91 \cdot \frac{2}{10}$, d. i. 18,2 Zoll fallen; ein Spielraum, welcher hinreicht, um die größten der bekannten Höhen auf unserer Erde zu bestimmen.

Das Barometer selbst wird in die Höhlung eines gewöhnlichen Spazierstockes aptirt, so daß der vorstehende Hals des Gefäßes genau in die Höhlung paßt, und daselbst mit zwey kleinen Messingschrauben fest gehalten wird. Das Gefäß selbst bildet den Knopf des Stockes, wenn er umgekehrt, und so beym Reisen gebraucht wird.

Damit sich die Quecksilberhöhe beobachten lasse, ist der Stock auf beyden Seiten, die einander entgegengesetzt sind, aufgeschnitten, für die längern Skalen von 20 bis 32 Zoll, für die kürzern von 25 bis 32 Zoll. Der vordere Spalt ist von beyden Seiten abgeschrägt, und vorn etwas über $\frac{3}{4}$ Zoll breit. Auf der einen Seite desselben befindet sich eine messingene Platte, nach gewöhnlicher Art in Zolle, Zehntel und Zwanzigtheile derselben abgetheilt; an dieser Platte bewegt sich ein Nonius mittelst eines kleinen Knopfs, durch dessen Hülfe man $\frac{1}{500}$ des Zolles finden kann. An diesen Nonius ist ein nicht hoher Streifen Messingrohr befestigt, welcher das Barometerrohr umspannt, und dessen untere Kanten bey den Beobachtungen in die die Oberfläche des Quecksilbers berührende Ebene gebracht werden: der schmale Spalt am Stocke giebt Licht genug bey der Beobachtung zum Ablesen. An der zweyten schrägen Seite, gegen über ist ein Thermometer angebracht, um die Wärme des Instruments anzugeben, und dort ist auch noch Raum genug, um die gewöhnlich bey Ramsden's befestigten Thermometern angebrachte Correctionsskale sowohl, als auch Fahrenheit's Skale zu verzeichnen.

Digitized by Google

Ein dünnes Messingrohr mit ähnlichen Spalten wie der Stock dreht sich auf die gewöhnliche Art um letztern gegen zwey Stifte, und deckt so die Spalten, wenn das Barometer nicht im Gebrauche ist.

(Zus. z. S. 72. Th. VI.). Der Herr Prof. Benzenberg a), welcher sich mit barometrischen Höhenmessungen sehr vielfältig beschäftigt hat, rühmt besonders der Einfachheit, und daher des leichtern Fortbringens wegen solche Barometer, wo die Skalen auf die Glasröhren selbst mit Flußsäure eingeätzt sind. Vorzüglich rühmt er dergleichen Barometer von dem Mechanikus Herrn Loos in Büdingen verfertiget, welche mit einer solchen Sorgfalt sind gemacht worden, daß so wohl sein Heber- als Gefäßbarometer vollkommen correspondirend sind, mit einer so fein geätzten Skale, daß die Theilung mit einer Lupe betrachtet äußerst scharf begrenzt ist, und daß man ohne Schwierigkeit $\frac{1}{400}$ Zoll ablesen kann.

Der Herr Geh. Ober-Postrath Pistor b) zu Berlin bemerket gegen Herr Benzenberg ganz richtig, daß es bey der Theilung auf der Barometerröhre selbst wegen der Parallaxe unmöglich ist, die wahre Barometerhöhe zu beobachten; er vermuthet daher, daß Herr Benzenberg statt der Kuppe des Quecksilbers den Rand desselben beobachten möge. Uebrigens sey es auch bekannt genug, daß Ramsden und alle bessern englischen Künstler, so wie Fortie in Paris, Einrichtungen getroffen hätten, um mittelst der Tangente des Kugelsegments, welches das Quecksilber bildet, die Höhe der Säule abzulesen; bey der Theilung auf der Glasröhre sey dies unmöglich, oder es bleibe nach wie vor die Parallaxe vom Rande des Rohres bis zur Mitte.

Der Herr Bergkommissionsrath v. Busse c) macht überhaupt gegen alle bisher bekannte Reisebarometer fol-

a) Gilbert's Annalen der Phys. B. XXXV. S. 188. f.

b) Ebendas. B. XXXVI. S. 411.

c) Ebendas. B. LVIII. S. 328. f.

Digitized by Google

gende nicht ganz unwichtige Bemerkungen. Darüber glaubt er mit mehreren neuern Physikern entschieden zu haben, daß man zu Reisebarometern keine Heber- sondern Gefäßbarometer erwählen müsse. Die allgemeine Meynung, daß es hinreichend sey, für ein Gefäßbarometer den Nullpunkt ein für allemal nach einem Heberbarometer zu bestimmen, hält er aus folgenden Gründen für trüglich: 1. man setze voraus, daß die Haarröhrchenkraft beym Heberbarometer nicht in Anschlag zu bringen sey, weil sie in den beyden gleich weiten Schenkeln sich aufhebe; allein in dem höhern Schenkel, im luftleeren Raume, werde das Queckſilber, eben deshalb weil keine Luft am Glase hange, vom Glase selbst auch überwiegend angezogen, welches dagegen in dem kurzen offenen, der freyen Luft ausgesetzten Schenkel nicht geschieht, so lange sich noch kein Queckſilberoxyd statt der Luft mit dem Glase verbunden habe. Sey aber dies geschehen, so verändere sich 2. eben dadurch die anziehende Kraft zwischen Wand und Queckſilber, mehr oder weniger, ohne in zuverläßige Gleichheit mit den Wirkungen im luftleeren Raume zu kommen. Dergleichen Verschiedenheit könne um so mehr die Beobachtung fehlerhaft machen, weil 3. überhaupt an beyden Skalen gerade ins zu große oder ins zu kleine hierin gefehlet seyn könne, und an jedem Heberbarometer mit gleich weiten Schenkeln die Summe dieses Fehlers im Erfolge sich verdoppele. Noch mehr mache es 4. aus, daß mit veränderter Temperatur auch der Nullpunkt im Gefäße sich ändern muß. Am Fuße eines Berges sey die Temperatur + 20°, auf dem Gipfel desselben — 0°, so könne namentlich in einem Englefield'schen Gefäßbarometer blos wegen veränderter Dichte des Queckſilbers der Nullpunkt um mehr als $\frac{1}{48}$ Zoll verschieden ausfallen; wozu nun 5. noch die Raumveränderung des Gefäßes sich gesellen könne.

Man sollte daher das specifische Gewicht des wirklich gebrauchten Queckſilbers stets angeben, so genau man es mit Abwägen zu bestimmen vermöge, und auch auf die

Digitized by Google

übrigen so eben angeführten Ungewißheiten mehr Bedacht zu nehmen suchen, als es bisher geschehen sey.

Da die Reisebarometer besonders zur Bestimmung der Höhen gebraucht werden, und zu dieser Absicht eine Einrichtung haben müssen, welche diesem Zwecke auf die vollkommenste Art entspricht, so haben doch die bisher gewöhnlichen und bekannten Reisebarometer noch diese Fehler, daß sie wegen ihrer Länge, ihres Gewichtes, und daher wegen ihrer leichten Zerbrechlichkeit nicht gut und sicher transportirt werden können. Um nun diese Fehler so viel möglich zu vermeiden, kam Herr John Hyde Wollaston *) auf den Gedanken ein abgekürztes Barometer ein thermometerartiges Barometer (baromètre thermometrique) oder ein wahres Thermometer zur Bestimmung der Höhen einzurichten, welches sehr bequem auf allen möglichen Land- und Seereisen fortgebracht werden könne. Die Einrichtung dieses Instrumentes gründet sich auf die allgemeine Erfahrung, daß der Siedpunkt des Wassers mit dem veränderten Barometerstande oder mit dem veränderten Drucke der Atmosphäre ebenfalls veränderlich ist. Wenn man daher der Thermometerskale eine hinreichende Ausdehnung gebe, so müsse es möglich seyn, das dazu eingerichtete Thermometer zur Bestimmung der Höhen zu benutzen. Herr Wollaston sagt, daß diese Idee nicht neu sey; man finde sie schon in einer dissert. von Fahrenheit (Barometri novi descriptio) und in einem Memoir. von Cavallo (Philos. Transact. Vol. LXXI.); allein das Instrument selbst habe unter den Händen dieser Gelehrten in der Ausübung keine Vollkommenheit erhalten können.

Die Skale am Fahrenheitschen Thermometer, mit welchem Herr Wollaston seine meisten Beobachtungen angestellet hat, war ungefähr 4 engl. Zolle (101,6 millimètres) lang, und jeder Grad war unmittelbar in 100

*) Philosoph. Transact. pour 1817. P. II auch Annales de chimie et de physique Tom. VIII. p. 84. sqq.

Digitized by Google

Theile getheilt, mittelst eines Nonius aber ließ sich jeder Grad in 1000 Theile theilen.

Bey Vergleichung seines Instrumentes mit zwey von Troughton und Carry verfertigten schönen Barometern hatte Wollaston gefunden, daß bey einer Barometerhöhe von 30″,603 englisch (777$^{mill.}$,307) wo das Wasser kochte, das Queckſilber auf 213°,367 Fahrenh. (100°,759 der hunderttheiligen Skale) stand; ein anderes Mal bey einer Barometerhöhe von 28″,191 engl. (716$^{mill.}$,043) stand das Thermometer, welches im Dampfe des kochenden Wassers sich befand, auf 209°,263 Fahrenh. (98°,479 der hundertth. Skale): es correspondiren daher 2″,412 engl. beym veränderten Drucke der Atmosphäre mit 4°,104 Fahrenh. als Veränderung der Thermometerskale, und daraus findet man nach der Regel Detri, daß 1° Fahrenh. als Unterschied des verlangten Siedpunktes des Wassers eine Veränderung des Barometerstandes von der Höhe 0″ 588 engl. verlangt. Bringt man dies auf franzöſ. Maas, so würde man finden, daß 1° der hunderttheiligen Skale 26 $^{mill.}$, 870, wofür man 27 $^{mill.}$ der Barometerskale annehmen kann, correspondirt.

Diesen Erfahrungen zu Folge hat Herr Wollaston seinem Instrumente folgende Einrichtung gegeben: (Fig. 17.) A ist eine hohle Kugel mit starken Wänden, an welcher die bey E gebogene Glasröhre CEDF angeblasen ist; die Oeffnung der Röhre, wo sie mit der Kugel verbunden ist, kann im Durchmesser $\frac{3}{10}$ bis $\frac{4}{10}$ einer Linie haben, bey B aber erweitert sich der innere hohle Raum, verengt sich in E wieder, so daß der übrige Theil der Röhre genau calibrirt ein Haarröhrchen vorstellet, welches zuletzt in F einen etwas weitern Raum sich endigt, und daselbst verschlossen ist. Der Raum B muß genau so viel Queckſilber enthalten, als durch die Ausdehnung desselben von der gewöhnlichen Temperatur an bis zum Siedpunkte des Wassers in den obern Theil der Röhre getrieben wird. Die ganze Länge dieses Instrumentes braucht höchstens 6$\frac{1}{4}$ Zoll zu seyn, weil man demselben die Einrichtung geben kann,

Digitized by Google

daß das Queckſilber in der Röhre nicht eher zu ſteigen anfängt, als wenn der Wärmegrad nahe am Siedpunkte des Waſſers iſt. Den Gebrauch deſſelben ſ. Höhenmeſſung barometriſche.

(Zuſ. S. 285. Th. I.) Ueber das Leuchten des Barometers hatte Herr Ritter *) zu Jena 1805 den 18. Nov. u. ſ. Gelegenheit, dieſe Erſcheinung mit der Wirkſamkeit einer Volta'ſchen Säule bey veränderlicher Witterung zu beobachten und zu vergleichen. Am 20. November nämlich, an welchem Tage das Queckſilber im Barometer auf 3½ Linie gefallen war, leuchtete ein anderes Barometer, das ſonſt ſehr ſtark leuchtete, ganz außerordentlich ſchwach, ſo wie auch an demſelben Tage die Volta'ſche Säule vorzüglich ſchwach wirkte. Dieſe gleichzeitige Beobachtung des leuchtenden Barometers mit der Wirkſamkeit einer gewöhnlichen Electriſirmaſchine ſo wie der Volta'ſchen Säule beſtätige nebenbey dasjenige, was ſich noch auf directere Art gewiß machen laſſe: daß nämlich der Wechſel der Wirkſamkeit der beyden letztern, der Hauptſache nach von äußern Umſtänden (Feuchtigkeit der Luft, u. ſ. f.) ganz unabhängig ſey; denn im Vacuum des Barometers ſeyn dieſe Einflüſſe vollkommen ausgeſchloſſen, und wie wenig ſie durch das Glas vermöchten, ſehe man, wenn man daſſelbe äußerlich über und über mit Waſſer näſſe, es hinaus in die Kälte oder herein hinter den Ofen hänge u. ſ. f. Daß nun dieß Leuchten ein electriſches Phänomen ſey, ſey ſo gut als erwieſen. J. Bernoulli glaubte entdeckt zu haben, ſo wie dies ſelbſt de Luc in ſeinen Unterſuch. über die Atmoſphäre (Th. I. §. 74 und 89) behauptete, daß das Barometer nur dann leuchte, wenn das Queckſilber in der Röhre herab, nie, wenn es in ihr hinaufgehe. Herr Ritter ſagt dagegen aber, daß, wenn für ſein Leuchten gerade ein ſehr guter Tag ſey, es auch allerdings in dieſem letzten Falle leuchte. Die Leere ſey dann, ſo lange das Queckſilber hin und her-

*) Gilbert's Annalen B. XIX. S. 238 ff.

Digitized by Google

gehe, unaufhörlich voll Feuer; meist bemerke man zwischen dem Wechsel der Lichtsäulen oder Kegel nicht die geringste Zeit; eine und die nämliche scheine blos länger und kürzer zu werden. Das helleste Licht sey allemal gleich über dem Quecksilberspiegel, wo ein angenehmes Funkenspiel statt habe, während das feurige Licht in der Leere ein ruhiges sey. Er sowohl als auch andere ungelehrte Zuschauer verglichen dieses Licht mit dem Lichte einer Feuerkugel oder einer Sternschnuppe.

Barometerveränderungen (Zus. z. S. 286. Th. I.). Die so regelmäßigen Barometerveränderungen unter der Linie und nahe dabey sind in den neuern Zeiten sorgfältiger beobachtet worden, als vormals. Der Herr v. Humboldt versichert, daß in der Nähe des Aequators das Barometer am höchsten steht um 9 Uhr Morgens, und dann fällt bis um 4 Uhr Nachmittags, worauf es wieder steigt bis um 11 Uhr Abends, und wieder fällt bis um 4 Uhr Morgens. Die beiden Herren Akademiker zu Petersburg, Horner und Langsdorf *) unternahmen es, über diese äußerst mühseligen Arbeiten sorgfältigere und mehr ins Einfache gehende Beobachtungen anzustellen. Die Anzahl ihrer Beobachtungen auf dem hohen stillen Meere, wo der Wind beständig regelmäßig wehet, und dieselben weder durch Wärme noch durch Vulkane und durch andere physische Einflüsse unregelmäßigen Veränderungen unterworfen seyn konnten, belief sich auf mehr als 1400. Ihre Instrumente waren 1. ein Seebarometer, nach Nairne, von Troughton, mit einer in Decimallinien getheilten Skale nach englischem Maas, 2. ein Quecksilberthermometer mit 80theiliger Skale, ebenfalls von Troughton verfertiget, und 3. ein de Luc'sches Fischbeinhygrometer, welches ins Wasser gestellt bey 20° auf 76° stieg. Bey großer Trockenheit war es unempfindlich. Dieß

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de St. Petersbourg. Tom. I. p. 450. sqq. im Auszug. übersetzt vom Prof. Meinicke in Gilbert's Annal. T. LXII. S. 190. ff.

Digitized by Google

Hygrometer diente dazu, Regenwetter zwischen den Wendekreisen vorauszusehen, wo die zufälligen Veränderungen der Atmosphäre keinen merklichen Einfluß auf das Barometer haben. Aus dem Mittel von 61 Beobachtungen ergiebt sich folgender regelmäßiger Gang zwischen den Wendekreisen: der höchste Stand ist 9 Uhr 39 Min. Morgens 29″, 898, der niedrigste 3 Uhr 55 Minut. Abends 29″, 809, alsdann steigend bis 10 Uhr 6 Min. Abends 29″,891; hiernächst wieder sinkend bis 3 Uhr 40 Min. Morgens 29″,823. Die Veränderungen des Barometers sind größer bey Tage als Nachts, und zwar um 0,2 einer Linie. Diese Erscheinung ist beständig und hängt wahrscheinlich von den Wirkungen der Wärme ab, wenn gleich deren Veränderungen, so weit sie sich in der Höhe des Meeres zeigen, hiezu nicht ausreichen.

Hiernächst wurden die größten und kleinsten Schwankungen und Höhen des Barometerstandes mit den Sonnen- und Mondständen zusammengestellet, um dasjenige näher herauszuheben, was von diesen auf die Veränderungen des Barometers besondern Einfluß haben kann. Die größten Schwankungen gaben das Mittel der Veränderungen 0″, 409, und als die größte mittlere Schwankung eines Tages 1‴, 02. Die größten Schwankungen traten ein, wenn der Mond dem Aequator nahe stand; auch fanden sie einen Tag vor dem Durchgange des Mondes durch den Aequator statt, wenn der Mond nach Norden steht, und nach dem Durchgange, wenn der Mond eine südliche Abweichung hat, so daß die Schwankungen mit dem 3ten Grade der südlichen Abweichung des Mondes zusammentreffen. Dieß Gesetz scheint beständig zu seyn, da unter zehn Beobachtungen nur eine einzige Ausnahme statt fand.

Der Durchgang des Mondes durch den Meridian bietet nichts beständiges dar; so wie auch die Abstände des Mondes vom Scheitelpunkt keinen merklichen Einfluß zeigen. Die Abstände der Sonne, welche sämmtlich nördlich sind, äußern ebenfalls keinen besondern Einfluß. Endlich scheint aber die Breite des Orts im Allgemeinen eine

Digitized by Google

Verminderung der Schwankungen zu bewirken, wenn man sich dem Wendekreise nähert, besonders dem nördlichen.

Was die kleinsten Schwankungen des Barometers betrifft, welche täglich 0‴, 61 betragen, treten im Allgemeinen dann ein, wenn der Mond über zwanzig Grade abweicht. Bemerkenswerth ist es, daß der Unterschied der nördlichen und südlichen Abweichung (23°,8 S — 19°, 2 N.) auch die Linie des größten Mondeinflusses in 4°,6 der südlichen setzt.

Die Abstände des Mondes so wohl als auch der Sonne vom Zenith zeigen gar keinen merklichen Einfluß. Die kleinsten Schwankungen fanden statt 9 mal in der Erdferne, 3 mal in der Erdnähe und einmal in der mittleren Entfernung des Mondes.

Auch sind die mittleren Veränderungen des Barometers unter der Linie größer, als an den Grenzen der heißen Zone.

Hohe Barometerstände finden unter einer geringern Breite als 17° N und 22 bis 23° S nicht statt, auch nicht unter einer Abweichung des Mondes, welche geringer ist als 16° N. und 26° S.

Vom 16. April bis zum 8. May und vielleicht noch weiter vermindern sich die Barometerhöhen fortdauernd, so daß die geringste Höhe etwa bey 4½° südlicher Breite eintritt. Uebrigens haben die Abstände der Sonne und des Mondes vom Zenith keinen Einfluß auf die Barometerhöhen.

Daß das Barometer in vielen Fällen ein wahrer Wetterprophet ist, lehrt vielfältige Erfahrung, und ist in dieser Hinsicht selbst dem Landmann ein nützliches Werkzeug. Nach sehr vielen Erfahrungen sind folgende Anzeigen als sicher anzunehmen: Wenn bey ruhigem Wetter die Atmosphäre zum Regen geneigt ist, steht das Queckſilber tief, neigt sie sich aber zum schönen Wetter, so steigt es. Wenn das Barometer bey sehr heißem Wetter fällt, zeigt es ein Gewitter an; steigt es im Win-

Digitized by Google

ter, Frost; fällt es aber bey Frost, Thauwetter, und wenn es bey fortdauerndem Froste steigt, Schnee. Tritt während des Fallens schlecht Wetter ein, so hört es bald wieder auf; tritt aber während des Steigens gut Wetter schnell ein, so geht auch dies bald vorüber. Wenn das Barometer bey schlechtem Wetter hoch steiget, und so zwey oder drey Tage fortfährt, ehe das schlechte Wetter vorüber ist, hat man anhaltendes schönes Wetter zu erwarten: wenn aber bey schönem Wetter das Quecksilber tief fällt, und zwey oder drey Tage bey diesem Stande bleibt, muß man auf vielen Regen, und wahrscheinlich auch starken Wind gefaßt seyn. Bey Ostwind steigt das Quecksilber immer, und es fällt am tiefsten vor heftigen Stürmen.

(Zus. zu 305. Th. I.). Herr Giovene *) hatte eine Menge Beobachtungen mit dem atmosphärischen Elektrometer in Verbindung mit dem Barometer angestellet, und gefunden, daß in der Atmosphäre gerade zu der Zeit, da das Barometer entweder wirklich fällt, oder zu fallen geneigt ist, häufige Elektricität vorhanden ist; im Gegentheil aber schwache und seltene Zeichen derselben bemerkt werden, wenn das Barometer wirklich steigt, oder dem Punkte zu steigen nahe ist. Diesen Beobachtungen zu Folge ist Herr Giovene der Meynung, daß größtentheils die wahre Ursache der wechselseitigen Verdünnung und Verdichtung des bald schwächern bald stärkern Drucks der Atmosphäre, folglich auch der Barometerveränderungen in der zu- und abnehmenden Luftelektricität zu suchen sey.

Gegen diese Hypothese des Herrn Giovene bemerket Herr Chiminello *), daß sie zwar hinreichend die Barometerveränderungen bey heiterm, oder bey bewölktem ruhigen Himmel erkläre; allein sie beantworte die Frage nicht, warum das Barometer gewöhnlich fällt, wenn Regenwetter eintritt oder bevorsteht, zuweilen aber auch

*) Memor. di Matemat. e di Fisi. della Socíet. Ital. delle scienze. T. VIII.

*) Ebendaselbst. Tom. XIII. Par. II. pag. 140–159.

Digitized by Google

steigt, und Schwingungen macht? Denn vermöge dieser Hypothese sollte das Barometer allemal steigen, wenn es regnet, weil der Regen dem elektrischen Feuer als Vehikel diene, aus der Luft abgeleitet, und auf der Erde vertheilt zu werden, wodurch dann die höhere Luft an Elasticität, Verdichtung, und Drucke, gewinnen müßte.

Herr Chiminello stellt daher eine andere Hypothese auf, woraus er die Barometerveränderungen zu erklären sich vorstellet. Wenn nämlich zur Zeit, wo Regen, Schnee, oder Hagel entstehen will, der Druck der Luft vermindert wird, mithin das Barometer fällt, so leitet er dies allerdings von der Elektricität als der vorzüglichsten und wirksamsten Ursache her; doch glaubt er aber, daß noch andere Stoffe mitwirken, als geistige, öhlichte und schwefelichte Ausdünstungen, welche sich aus der Erde entwickeln, und zur Bildung der angeführten Meteore beytragen. Hier sieht er aber blos auf die mechanische Wirkung dieser Stoffe, und setzt die chemischen bey Seite, weil diese ohne jene zu der zu betrachtenden Wirkung nichts beytragen kann: denn bey unveränderter Masse bleibt sich der Druck eines festen oder flüßigen Körpers immer gleich, sein Volumen mag, wie immer, wechseln.

Ferner scheint ihm die von der Sonne auf der Erde erregte Wärme hiebey von großer Wirksamkeit zu seyn. Diese Wärme zeigt sich thätig zugleich mit den Dünsten sowohl vor, als vorzüglich bey eintretendem Regen, gerade so, wie, wenn man Wasser auf glühende Kohlen spritzt.

Nun lasse sich leicht erweisen, daß die Luft durch das häufigere Entwickeln aus der Erde und Aufsteigen obiger Stoffe, vorzüglich des elektrischen, und vielleicht auch des magnetischen Fluidums, mechanisch afficiert, gestoßen und aufwärts getrieben werde. Denn es sey unmöglich, daß sich jene Stoffe thätig zeigten, ohne die äußerst beweglichen Theilchen der Luft zu berühren, zu stoßen, in etwas zu verdrängen, kurz, in Bewegung zu setzen. Diese von der Trägheit und Elasticität der Lufttheilchen noch vermehrte Bewegung, welche einer andauernden Explosion

Digitized by Google

ähnlich scheine, nehme ihre Richtung vorzüglich aufwärts, nicht seitwärts; denn das Aufsteigen dieser Substanzen gehe zugleich auf einer großen Strecke der Erde vor. Die Folge davon sey eine allgemeine Verdrängung der aufliegenden Luftschichte, verminderter Druck der Atmosphäre, Fallen des Barometers.

Daß endlich die aus der Erde entwickelten Stoffe an Tagen, welche einem Regen, Schnee, Sturm, u. dgl. vorausgehen, erhitzt, in Bewegung gesetzt, und heftig ausgetrieben würden, zeigten mehrere Erscheinungen. Wir sähen alsdenn kleine Gräber und Teiche austrocknen, über Seen, Flüsse, und Fluren Nebel entstehen: die warmen Bäder stießen mehr riechende Dämpfe aus, in den Brunnen ertöne ein dumpfes Getöse, die Luft sey mit Gerüchen durchdrungen, auf den Sümpfen erscheinen zu Nacht leuchtende Ausdünstungen, die Thiere werden unruhig.

Aus allen diesen scheine die mechanische Ursache hinreichend erwiesen, und zugleich das Fallen des Barometers bey Regenwetter viel besser erklärt, als in der Leibnitzischen Hypothese. Herr Chiminello macht hievon noch einige Bemerkungen und Anwendungen.

Um eine Erscheinung genügend zu erklären, müsse man aus mehreren dem Scheine nach, mitwirkenden Ursachen diejenigen wählen, welche die nachdrücklichste, beständigste und allgemeinste sey, und die während der Erscheinung selbst ihre Kraft zu wirken nicht verliere, oder unterbreche. Dies alles treffe aber bey der von ihm angegebenen zu.

Denn die Ausdünstungen, wovon er die untersuchte Wirkung herleite, gingen allemal nothwendig vor dem Regen voraus, und durchdrängen die Luft, sie müßten nothwendig wirken, so lange sie in Bewegung seyn; zugleich sey ihre Wirkung sehr nachdrücklich, wie sich aus dem merklichen und anhaltenden Sinken des Barometers ergebe, das nicht nur mit der Menge des gefallenen Regens, sondern zugleich mit der gesammten Wirkung der

Digitized by Google

Dünste und anderer aufsteigender Stoffe sowohl der Quantität als der Zeit nach im Verhältnisse stehe.

Diese von ihm angeführte Ursache verdiene vor jener, welche die Herren de Luc, de Saussure und Pignotti ausgedacht hätten, als welche nur eingeschränkt, unterbrochen, und nur schwach wirke; sie verdiene den Vorzug vor der elektrischen Materie allein, so wie sie Herr Giovene voraussetze; weil sich daraus erkläre, wie das Barometer auch noch während des eingetretenen Regens zu fallen fortfahren könne, wie es denn öfters geschehe; die aus der Erde jetzt aufsteigende Wärme werde die Stelle des durch den Regen abgeleiteten elektrischen Fluidums vertreten, und der Tendenz der Luft, sie zu verdicken, entgegen wirken. Sie verdiene endlich den Vorzug vor der Leibnitzischen Hypothese, weil sie auch zuweilen die statt habende Anomalie erkläre, warum nämlich das Barometer zur Regenzeit steige.

Einige erklärten zwar diese Ausnahme aus der in den obern Luftschichten entstandenen Kälte, oder aus den Gesetzen des Gleichgewichtes; allein alle diese Erklärungen seyen unzureichend, die so schnelle und beträchtliche Erhöhung des Barometers gründlich auszumitteln. Herr Chiminello verwirft zwar dergleichen Ursachen nicht ganz: sie möchten zuweilen mitwirken; wenn sie aber öfters ganz und gar mangelten? und daß dies wirklich oft der Fall sey, bewiesen eine lange anhaltende stille Witterung, eine angenehme Temperatur, ein langsames Steigen des Thermometers, ein beynahe unveränderlicher Stand des Hygrometers, eine sehr langsame Bewegung der Wolken. In seiner Hypothese dagegen erkläre sich alles sehr genugthuend.

Gesetzt vor dem Regen entständen allmählig mäßige Ausdünstungen, so werde das Barometer immerhin fallen. Brechen aber diese Ausdünstungen anfangs in großer Quantität aus, und nehmen nach und nach ab, bis sie ganz aufhören, so wird das Barometer anfänglich fallen, dann steigen, und endlich stehen bleiben. Nehmen wir

Digitized by Google

endlich an, daß an einem und demselben Tage die Dünste bald mit Heftigkeit, bald langsam, nun in Menge alsdann wieder kärglich aufsteigen, so wird die Luft sich wechselsweise ausdehnen und zusammenziehen, erheben und sinken, und so wird auch im Barometer eine schwingende Bewegung entstehen. Diese Erscheinung nimmt man nicht selten bey Annäherung eines Sturmes wahr.

Uebrigens könne es sich ereignen, z. B. im Frühjahr, bey Thauwetter, wenn das Erdreich noch gefroren ist, oder im Sommer, wenn schnell nach einander häufiger Regen fällt, daß das Barometer selbst bey Regenwetter steigt; der zu gering entwickelte und in zu kleiner Menge aufsteigende Wärmestoff kann nämlich in diesem Falle gegen den Drang der Luft, sich zu verdichten, das Uebergewicht nicht erhalten. Doch bleibe diese Sache nach seiner Hypothese immer erklärbar. Es scheine also dieselbe einen höhern Grad von Wahrscheinlichkeit, als alle bisher bekannte, ja sogar einigen Grad von Evidenz zu haben.

Chiminello's Hypothese scheint aber doch, so evident er sie auch ausgiebt, in ihren Gründen nicht sicher zu stehen, wenn man alle beobachtete Barometerhöhen damit in Vereinigung bringen will. Denn nirgends sind die Ausdünstungen aller Art so anhaltend und häufig, nirgends ist die Quantität und Fortdauer des Regens so groß, und nirgends die Differenz der Temperatur zwischen den untern und höhern Luftschichten so beträchtlich, als in der heißen Erdzone. Es müßten daher nach Chiminello's Hypothese sich in diesem Erdstriche die meisten und beträchtlichsten Barometerveränderungen einstellen; allein es findet gerade das Gegentheil statt, indem in keinem andern Erdtheile die Veränderungen des Barometerstandes so unbedeutend gefunden werden, als im heißen Erdstriche.

In den neuern Zeiten, da man sich die Mühe gab, die Messungen der Höhen mittelst der Barometer zu einer größern Vollkommenheit zu bringen, ergab sich aus der

Digitized by Google

großen Menge von Verschiedenheiten gemessener Barometerhöhen, daß die Barometerveränderungen, und die davon abhangenden Verschiedenheiten einen unverkennbaren Zusammenhang mit gewissen meteorologischen Umständen unserer Atmosphäre haben. Alle diejenigen Physiker, welche die Barometerveränderungen genügthuend zu erklären gesucht haben, und welche im 1sten Theile dieses Artikels S. 287—305 angeführet sind, nehmen auch größtentheils an, daß irgend ein meteorischer Umstand diese Veränderungen hervorbringe. Die damaligen Beobachtungen waren aber noch viel zu geringe, um diejenigen Umstände in unserer Atmosphäre zu treffen, welche die Barometerveränderungen genügend erklären. Unter den neuern Physikern hat besonders Herr Ramond durch seine vielfältigen Barometerbeobachtungen alle Umstände in der Atmosphäre zu entwickeln gesucht, welche Einfluß auf die Barometerveränderungen haben *). Er unterscheidet mit Recht eine tägliche oder regelmäßige und eine unregelmäßige Barometerveränderung. Die regelmäßige Veränderung des Barometers hängt nach ihm ganz allein von der Sonnenwärme ab. Nähme man nämlich an, die Luft sey vollkommen ruhig, und ihre Schichten nach Anleitung ihrer, durch die regelmäßige Abnahme des Drucks und der Temperatur bestimmten, Dichtigkeiten über einander gelagert, so würde das Barometer unbeweglich seyn. Dieser Zustand könnte aber nur einen Augenblick währen. Der tägliche Umlauf der Sonne würde, durch die Erwärmung der verschiedenen Theile der Erde nach einander, hinreichen, abwechselnde Ausdehnungen und Zusammenziehungen in der Atmosphäre hervorzubringen, welche sich in den Oscillationen des Quecksilbers bemerklich machen würden. Sodann würde die jährliche Umwälzung dieses Gestirns ihre Wirkung mit

*) Gazette nationale ou le moniteur universel. N. 13. Vendredi. 13. Janv. 1809. p. 48 – 50. auch nouv. Bulletin des scienc. de la societ. Philom. Febr. 1809.

Digitized by Google

der, welche die täglichen Abweichungen bestimmt, verbinden, und endlich würde die Verschiedenheit der Klimate die Wirkungen dieser allgemeinen Ursachen noch in jedem eigends modificiren.

Nun befindet sich aber das Luftmeer in einer unaufhörlichen Bewegung. Seine so verschiedentlich erwärmten und wieder erkälteten Säulen stoßen sich zurück, ziehen sich an, stürzen sich auf einander; es entstehen die Winde. Das Gewicht der Luft ist für jeden Ort, in jedem Augenblicke ein anderes, und das Barometer oscillirt auf jede denkbare Weise. Jeder Erfolg überlebt aber seine Ursache; jede Bewegung dauert über die Grenze hinaus, wo die bewegende Ursache zu wirken aufhöret. Der folgende Tag findet nicht mehr die Anordnung des vorigen Tages, und dieselben Einflüsse treffen von neuem anders disponirte Elemente. Die Erfolge durchkreuzen, verwickeln, vervielfachen sich; überall ereignen sich plötzliche Veränderungen, die wir, weil sie unvorhergesehen sich ereignen, zufällig, und wir der Verkettung der sie vorbereitenden Umstände nicht folgen können, unregelmäßig nennen; Veränderungen, die eben so gut unter sich zusammenhängen, wie die ersten Ursachen, deren entfernte Folgen sie sind, die aber die menschliche Ungeduld der eitlen Wissenschaft der Vorbedeutungen unterzuordnen strebt, weil der Cyklus, der sie wiederkehren macht, eine Dauer umfaßt, welche die Beobachtung nicht ermessen konnte.

Wie aber auch alle diese Veränderungen beschaffen und auf welche Art sie entstanden seyn mögen, so üben doch die Stunde, die Jahreszeit, das Klima, immer den thätigen und herrschenden Einfluß des Augenblicks und des Ortes auf dieselben aus, und erweitern oder verengern ihre Gränzen. So unordentlich sie scheinen mögen, so begreifen sie gleichwohl den Antheil der täglichen Abweichung in sich, wie die Stürme des Oceans die Bewegungen der Meere; und selbst die Menge und die große Ausdehnung der zufälligen Oscillationen des Barometers in unserm Klima kann den Augen eines aufmerk-

Digitized by Google

samen Beobachters die periodische Wiederkehr der stündlichen nicht entziehen.

Bey schönem Wetter und wenn nichts das Gleichgewicht der Atmosphäre stört, ist das Barometer früh Morgens auf seiner größten Höhe; es sinkt ein wenig des Vormittags, und ein wenig mehr während des Nachmittags; des Abends steigt es wieder, ohne jedoch in der Regel die Höhe der Frühstunde zu erreichen, und bald sinkt es wieder, um nach Mitternacht wieder zu steigen und allmählig das Maximum seiner Höhe zu erreichen. Eine ununterbrochene Reihe von dreytausend und dreyhundert Beobachtungen gab Herrn Ramond nahe Ein Millimeter als die mittlere Variation in unsern Klimaten. Sie ist etwas verschieden nach den Jahreszeiten, und der Frühling gab ihm immer die stärksten. Nicht weniger haben die Jahreszeiten auf den Augenblick Einfluß, wo das Sinken anfängt und aufhört, und die Regelmäßigkeit dieser Bewegungen leidet zwar oft durch die zufälligen Variationen, selten aber wird sie durch dieselben versteckt. Drey Viertheile des Jahres durch erkennt man diese Regelmäßigkeit ganz deutlich, und wenn Unordnungen eintreten, so geschieht dieß häufiger des Morgens als des Abends. In welcher Richtung diese Störungen eintreten mögen, so sind sie immer das sicherste Zeichen einer nahen Wetterveränderung, und interessiren in so fern insbesondere diejenigen, welche das Barometer blos seiner Vorbedeutungen wegen beobachten.

Dieselbe Erscheinung beobachtete man auf verschiedenen Stellen der Erde, ohne andere Verschiedenheiten dabey zu bemerken, als welche dem besondern Einfluß der Klimate zugeschrieben werden können. Die periodischen Oscillationen des Queckſilbers haben einige Aehnlichkeit mit dem regelmäßigen Schwanken der Meere. Sie hangen aber blos von der Sonne ab. Jeder Theil der Atmosphäre, nach der Reihe erwärmt und wieder erkaltet, erleidet successive Ausdehnungen und Verdichtungen, und diese verursachen senkrecht aufsteigende und absteigende

Digitized by Google

Strömungen, welche den Druck der Luftsäule, der dem Queckſilber das Gleichgewicht hält, bald vermindern, bald vermehren.

Es erhellet hieraus, daß der Druck und das Gewicht einer Luftsäule zwey durchaus verſchiedene Dinge ſind; daß das Barometer immer den erſtern, ſelten das letztere anzeiget; daß der Druck geringer iſt, als das Gewicht, in Gegenden und unter Umſtänden, wo aufſteigende Winde, größer im Gegentheil, wo niederſteigende Winde zu herrſchen pflegen; und daß das Verhältniß des einen zum andern ſich an jedem Ort mit jedem Augenblick der täglichen Periode ändert.

Aus dieſen Verhältniſſen ergeben ſich zwey praktiſche Folgerungen: die mittleren Höhen des Barometers in ſehr verſchiedenen Klimaten ſind unter ſich nicht vergleichbar; die Erhebung des Queckſilbers iſt gegen den Aequator hin zu ſchwach, und in den Polargegenden zu ſtark, in Vergleichung gegen den Stand in den gemäßigten Erdſtrichen; und in dieſen letztern geſtatten die mittleren barometriſchen Beſtimmungen nur in ſo weit eine Vergleichung unter einander, als ſie der nämlichen Tagesepoche angehören.

Hiernächſt unterſucht Herr Ramond die zufälligen Veränderungen des Barometers. Wenn, ſagt er, die Luft eine Flüſſigkeit iſt, welche ſich nach Art anderer Flüſſigkeiten verhält; wenn ihre Schichten nach dem Gleichgewichte ſtreben, ihre Oberfläche den horizontalen Stand ſucht, und die ſtürmiſchen Bewegungen, welche in dieſem unermeßlichen Oceane erreget werden, die Compenſationen, welche die Geſetze der Schwerkraft auf ihre Gränzen ausüben, zum nothwendigen Ziel haben, ſo kann offenbar eine Luftſäule keine andere Gewichtsveränderung erleiden, als durch Veränderungen ihrer Dichtigkeit.

Bey ſolchen Dichtigkeitsveränderungen ſind aber verſchiedene Urſachen mitwirkend. Eine davon iſt die Beymiſchung von Waſſerdunſt; reicht aber bey weitem nicht aus, die Abweichungen des Barometers in ihrer ganzen

Digitized by Google

Ausdehnung zu erklären: kaum entspräche sie dem sechsten Theile dieser Ausdehnung, und nicht selten steigt oder fällt das Barometer, wenn es sich der Vermehrung oder Verminderung der Feuchtigkeit gemäß gerade in entgegengesetzter Richtung bewegen sollte. Hieraus erhellet, daß ihren Wirkungen eine andere Ursache entgegenwirken müsse, und zwar mit einem solchen Uebergewicht, daß sie, nachdem sie die Wirkung der Feuchtigkeit aufgewogen, noch mit einem Ueberschuß ihres eigenen Einflusses hervortritt.

Eine einzige der bekannten Ursachen erfüllt diese Bedingung, nämlich die Wärme. Sie ist vollkommen hinreichend für alle Barometerveränderungen. Denn in unsern Klimaten, wo die Temperatur um 50° wechselt, bedarf es nicht der Hälfte, alle Veränderungen, die sich im Gewicht der Luftsäule ereignen, zu erklären.

Eine jede Veränderung in der Temperatur verursachet auch eine Veränderung eines Theils der Atmosphäre in Ansehung seiner Stelle, und was nun auch die Ursache davon seyn mag, so ist die Ursache dieser Ortsveränderung stets die, daß die Temperatur desjenigen Orts, von dem der Strom ausging, einem andern mitgetheilet wird. Da aber unter allen Umständen, welche die Temperaturveränderungen bewirken, diejenigen, welche von der Einwirkung der Sonnenstrahlen abhängen, die mächtigsten und allgemeinsten sind, so ist die Verschiedenheit der Klimate die erste Ursache der Winde, und die Gegend, aus welcher sie kommen, bestimmt die Temperatur, die sie uns zuführen. Anderseits bemerkt man ein so genaues Verhältniß zwischen dem Gang des Barometers und der Richtung der Winde, daß es ihre Dichtigkeit so richtig anzeiget, als ob es bloß ihre Temperatur anzugeben hätte. Die Nordwinde halten es auf dem höchsten Stande; die von Mittag verursachen die stärksten Fälle: die von Abend machen es weniger sinken als die Südwinde, und die Morgenwinde erheben es weniger, als die aus Mitternacht. Wenn diese Regel

Digitized by Google

mannichmal zu trügen scheinet, so kommt dieß daher, daß die Veränderungen des Windes sich nicht immer in unserm Erfahrungskreise ereignen: das Barometer kann z. B. bey einem Nordwinde ziemlich tief stehen, wenn er nur eine dünne Schichte trifft, über welche gemäßigtere Schichten gelagert sind; und wenn kalte Winde in hohen Regionen wehen, so wird eine dünne Schicht von Südwind nur ein mäßiges Sinken verursachen. Diese örtliche und beständig veränderliche Entstehung verschiedener Winde, verschiedener Grade von Temperatur und Feuchtigkeit, die sich, größtentheils uns unbewußt, über unserm Haupte durchkreuzen, erklärt zugleich die Oscillationen des Quecksilbers, die Erzeugung und Absorption der Wolken, die Bildung des Regens, des Hagels und der Gewitter; und die innige Verbindung, welche die Identität der bestimmenden Ursache zwischen der Entstehung Meteore und den Barometerveränderungen knüpft, ist die Grundlage der Vorbedeutungen, welche man aus der Beobachtung dieses Werkzeuges zieht.

Daß der Einfluß des Windes auf die Barometerhöhe oft beträchtlich ist, lehret eine allgemeine Erfahrung. Schon mehrere Physiker vor Ramond haben die Barometerveränderungen überhaupt von den Winden ableiten wollen, und Hr. Burckardt sucht aus den Beobachtungen der Herren Bugge und Messier darzuthun, daß die Winde allerdings eine mitwirkende Ursache der Barometerveränderungen sind. Bey Vergleichung dieser Barometerbeobachtungen, welche in Kopenhagen und in Paris angestellet waren, fand er, daß die mittlere Barometerhöhe sowohl zu Kopenhagen als auch zu Paris bey Ostwind die bey Westwind ungefähr um $2\frac{1}{2}$ Linie französisches Maaß übertreffe.

Auch hat das Steigen und Fallen der Gewässer in Meeren und Seen mit dem Steigen und Fallen des Quecksilbers im Barometer die genaueste Verbindung, wie dies sorgfältige Beobachtungen in den neuern Zeiten bewiesen

Digitized by Google

haben. Dergleichen Beobachtungen sind auf den Seen der Schweitz und auf dem baltischen Meere angestellet worden, und wahrscheinlich finden sie auf allen Meeren und Seen statt. Wenn das Wasser steigt, fällt das Barometer, und wenn das Wasser zu fallen anfängt, ist auch das Steigen des Barometers nicht weit davon entfernt; auf diese Art stehen die Bewegungen des Wassers und des Barometers in verkehrtem Verhältnisse, und zwar auf die Weise, daß die Aenderung des Wassers gemeiniglich etwas früher eintritt. Da also diese Bewegungen in einer so genauen Verbindung mit einander stehen, so ist es auch natürlich zu folgern, daß beyde Veränderungen von einer und derselben Ursache herrühren müssen, und daß folglich der veränderliche Druck der Atmosphäre auch einen veränderlichen Druck auf die Oberfläche des Wassers ausüben, und mithin dasselbe bald niederdrücken, bald erhöhen müsse. M. s. d. Art. Meer.

M. s. Mèmoir. de l'Acad. roy. de scienc. de St. Petersbourg Tom. I. p. 450. sqq. Mèmoir. di Matemat. e di Fisic. della societ. Itali. delle scienze. Tom. VIII. e Tom. XIII. Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineral. B. VIII. S. 195. f. S. 497. ff. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIII. S. 355. f. B. XXXVI. S. 314. B. LXII. S. 190. f.

Bathometer (N. A.) ist ein Werkzeug, die Tiefe des Meeres damit zu messen, und wird auch Meeressonde genennt. Im Artickel Meer S. 531. Th. III. ist bereits angeführet, daß Herr **Buache** an einigen Stellen das Meer sondirt hatte. Es ist aber dieser Theil der Physik besonders aus diesem Grunde vernachlässiget worden, weil die Schiffskapitäne die Sondirung des Meeres nicht leicht gestatten. An mehreren Stellen des hohen Meeres wollte man mit den Sonden gar keinen Grund gefunden haben. Dagegen sind aber einige der Meynung gewesen, daß es mehr an der Art liege, wie man die Meeresfläche sondire, als an der Unergründlichkeit des Meeres selbst. Gewöhnlich

Digitized by Google

dienet zur Sondirung des Meeres ein 30 bis 40 Pfund schweres Stück Bley, welches an einem dünnen Seile befestiget ist. Daß aber diese Vorrichtung bey sehr großen Tiefen nicht sicher zu gebrauchen sey, haben einige Physiker davon ableiten wollen, daß man endlich in großen Meerestiefen dahin kommen könne, daß das Gewicht und die Schnur zusammengenommen eben so viel wiegt, als das verdrängte Wasser, in welchem Falle sich nun die Sonde nicht mehr senken könne, sondern vielmehr seitwärts, wie ein schwimmender Körper, entferne. Herr Bouger verwirft aber diese Meinung nach genauer Betrachtung als irrig. Wenn nämlich die Schnur der Sonde sich mit Wasser durchzogen hat, so ist sie specifisch schwerer als Wasser, und alsdenn hat die Sonde immer ein bedeutend größeres Gewicht, als ein gleichgroßes Wasservolumen; und eben aus diesem Ueberschusse an specifischem Gewichte entsteht ein Theil der Schwierigkeiten bey dem Sondiren. Herr Bouguer hat einige Vorschläge gethan, um diesen Schwierigkeiten abzuhelfen; allein er glaubte ihnen nicht ganz abhelfen zu können. Herr v. Flerieu schlug vor, die Schnur aus Pferdehaaren zu verfertigen, damit sie einerley specifisches Gewicht mit dem Wasser habe, und immer nur das Gewicht des Bleyes allein die Sonde herabziehe. Aber auch alsdenn würden noch die größten Hindernisse bey Sondirungen in großer Tiefe bestehen, daß nämlich die Schnur bald zu kurz ist, bald beym stürmischen Meere zerreißt.

Diese Schwierigkeiten hatten schon frühere Naturforscher bestimmt, auf andere Einrichtungen zu denken, mit welchen sich die großen Tiefen des Meeres sicherer und leichter messen ließen. Alle von diesen vorgeschlagenen Bathometer sind darinn einander ähnlich, daß sie aus zwey Stücken bestehen, von welchen das eine specifisch schwerer, das andere specifisch leichter als das Meerwasser ist; daß beyde Stücke verbunden im Wasser sinken, bis sie auf dem Boden ankommen, hier aber sich von einander trennen; und daß dann das specifisch leichtere zu der Oberfläche

wieder hinaufsteiget, so wie ein Luftballon in der Atmosphäre aufwärts schwimmt. Diese Bathometer beruhen also auf einerley Princip, und weichen nur in der mehr oder weniger glücklichern Art der Ausführung von einander ab.

Dr. Hooke α) scheint der erste gewesen zu seyn, der ein Bathometer dieser Art vorgeschlagen hat. Es bestand dasselbe aus einer gut gefirnißten hölzernen Kugel mit einer gekrümmten Stahlfeder, an welche ein Stück Bley, Eisen oder Stein mittelst eines Hakens gehängt wurde. Dieses Gewicht zog die Kugel mit hinab; beym Aufstoßen auf den Boden löfete sich die Feder aus, und die Kugel stieg wieder aufwärts. Mittelst einer Sekundenuhr wurde die Zeit beobachtet, welche bis zum Erscheinen der Kugel verfloß. Varenius hat von diesem Bathometer eine kurze Beschreibung gegeben, und zugleich die Versuche angeführet, die damit sind angestellet worden. Nachher hat Dr. Hooke dieses Instrument etwas verbessert, es mit Flügeln nach Art der Windmühlen und mit Räderwerk versehen, um den herab- oder heraufwärts durchlaufenden Weg zu messen. Nachher sind mehrere Arten von Bathometern beschrieben worden von Desaguliers β), welche die Meerestiefe durch Compression der Luft messen sollten; allein sie sind nicht in Gebrauch gekommen.

Ein gewisser Künstler, Namens Greenstreet γ) beschreibet ein Bathometer, welches viel Aehnlichkeit mit dem des Herrn Dr. Hooke hat. An ein langes Stück Holz wird ein Gewicht gehängt, welches das Instrument in das Wasser herabzieht; auf dem obern Ende des Holzes steht ein Schwimmer, der, wenn das Holz wieder herauf gekommen ist, zum Wasser herausraget; und in der Mitte des Holzstückes ist eine Art von Schenkel angebracht, in welchem sich eine den Wegmessern ähnliche

α) Philosophical experiments and observations. Lond. 1726.

β) Cours de physique.

γ) Repertory of Arts and Manufactures. Vol. II.

Digitized by Google

Vorrichtung befindet. Diese besteht aus einer Spirale von Holz, welche von dem Wasser in die Runde getrieben wird, das durch den Schenkel und eine Seitenröhre hindurchströmet, während das Instrument zu Boden sinkt. Die Achse der Spirale endiget sich mit einer Schraube ohne Ende, welche in das Räderwerk eingreifet, und dieses ist mit Zeigern und Zifferblättern versehen, welche die Zahl der Umläufe der Spirale zählen. Beym Aufstoßen auf dem Meeresboden wird ein Stift zwischen die Zähne des ersten Rades geschoben, und dadurch die fernere Bewegung gehemmt. Hierbey wird aber wesentlich erfordert, daß man durch viele Versuche das Räderwerk genau der Länge der Achse der Spirale proportionirt habe; ein Umstand, der schwer zu erhalten ist.

Herr Luiscius beurtheilt dieses Instrument umständlich und zeigt, welche Vorzüge es vor andern und welche Fehler es hat. Er schlägt ein Bathometer vor, welches zwar auf einerley Grundsätzen mit diesem beruhet, glaubt aber doch dasselbe von den Fehlern des Greensteet'schen befreyet und demselben eine größere Vollkommenheit, als andern, gegeben zu haben. Es besteht dasselbe aus einem Schwimmer, welcher einen Erkennungs-Wimpel trägt, aus einem Odometer, und aus einem Gewichte, das entweder einfach und unbestimmt, oder zusammengesetzt und von bestimmter Art ist. Die Vor-Sonde, mit welcher Herr Luiscius vorläufig die scheinbare Tiefe und die Natur des Meeresgrundes, an der Stelle, wo sondirt werden soll, untersucht, um danach die Art des Gewichtes am Bathometer auszuwählen, besteht blos aus einem Schwimmer mit seinem Erkenntniß-Wimpel und aus einem einfachen Gewichte. Der Schwimmer ist ein hohler Cylinder, aus starkem Kupferblech, der sich oben und unten konisch endiget. Durch die Spitze des untern Kegels geht eine cylindrische Röhre; die Spitze des obern endiget sich mit einer Schraube, an welcher der Wimpelstoß befestiget wird, der eine runde, senkrecht stehende Scheibe und zuoberst den Wimpel oder die Fahne trägt.

Digitized by Google

Das Gewicht besteht aus einem Cylinder, der sich unten in einem Knopfe endiget, und längs seiner Achse durchbohrt ist; durch die Achse geht ein eiserner Stab, an welchem unten eine kupferne Kugel angeschroben ist, und der sich oben wie eine Pike endiget. Dieser Stab bewirkt beym Aufstoßen auf den Grund des Meeres die Ablösung des Schwimmers von dem Gewichte, und hemmt zugleich den Odometer, durch einen Mechanismus, der sich ohne Figuren nicht deutlich darstellen läßt. Durch diesen Mechanismus hauptsächlich unterscheidet sich das Bathometer des Herrn Luiscius von den frühern Instrumenten dieser Art, und hierin übertrifft es sie durch Zuverlässigkeit der Wirkung. Die große Vor-Sonde des Verfassers entspricht in so weit ebenfalls dieser Beschreibung. Das Bathometer unterscheidet sich von ihr dadurch, daß es mit einem Odometer versehen ist, wie die ähnlichen Instrumente Hooke's und Greensteet's.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik B. XXXIII. S. 417. f.

Batterie, galvanische. (Zus. z. S. 108. ff. B. VI.) Auch die Herren Hatchette, Desormes und Allizeau hatten die Absicht, galvanische Säulen von dauernder und constanter Wirkung zu erreichen. Die beyden ersten wollten folgende Thatsachen aufgefunden haben, welche über die Theorie der Elektricität ein großes Licht verbreiten müßten *).

1. eine isolirte elektrische Säule sey eben so, wie eine isolirte Nairn'sche Elektrisirmaschine, eine unerschöpfliche Quelle von Elektricität, und

2. viele feste und trockene Stoffe z. B. Kraftmehl, Leim oder mit Salzen vermischt, könnten die Stelle der feuchten Substanzen in der Volta'schen Säule vertreten, wodurch die Errichtung von Säulen möglich werde, die als unversiegbare und fast unveränderliche Quelle der elektrischen Flüssigkeit anzusehen seyn.

*) Intelligenzblatt der allgem. Litterat. Zeit. 1802. d. 22. Sept. Nr. 168.

Digitized by Google

Herr Ritter *) erinnerte aber dagegen, von diesen Thatsachen sey die erstere nicht neu, und die zweyte nicht wahr. Die eigentliche Thatsache sey, daß kein fester und wahrhaft trockener Stoff die Stelle der feuchten Substanz in der Volta'schen Säule vertreten könne, welches also eine Zusammensetzung solcher Säulen unmöglich mache, die als unversiegbare und beynahe unveränderliche Quellen der elektrischen Flüssigkeiten anzusehen seyn. Das reine Kraftmehl werde keine Kraft mehr haben, so wenig als das mit verschiedenen Salzen vermischte, wenn es zuvor auf einem Ofen oder einer Platte über Kohlen recht sey ausgetrocknet worden. Der täuschende Umstand sey, daß man alle Körper als Hygrometer ansehen müsse, und wir es wohl nie mit einem trockenen festen Körper zu thun hätten, wenn er nicht etwa aus dem Ofen komme, und selbst während des Versuchs noch in einer Temperatur erhalten werde, die höher als die seiner Umgebung sey, weil er sonst gleich wieder mit Feuchtigkeit aus der Luft beschlagen würde. Wachstuch oder Leder, wie sie aus dem Laden kämen, mit Zink und Kupfer zu Säulen geschichtet, gäben eben so große Spannungen, als wenn man sie zuvor mit Salzwasser getränket hätte, nur daß, um mit solchen Säulen elektrische Batterien zu laden, Stunden und Tage nöthig seyn, und von der Wirkung während der Schließung derselben nichts bemerkbar werde. Es sey begreiflich, daß das feuchte Kraftmehl, ob es gleich auch trocken scheine, etwas mehr thue. Man trockene aber jene Stoffe auf dem Ofen recht gut aus, so habe die Säule weder die geringste Spannung, noch leiste sie sonst etwas. Zuletzt bemerket er noch, daß er bewiesen habe, ein inwendig ganz trockener Körper brauche nur auf der obern und untern Fläche mit Feuchtigkeit beschlagen zu seyn, um sogleich Spannung und Wirkung in die Säule zu bringen.

*) Intelligenzblatt der allgem. Litter. Zeit. 1802. d. 22. Sept. Nr. 193.

Digitized by Google

Diese von Ritter aufgestellten Behauptungen glaubte ein Arzt in Osnabrück, Herr Dyckhoff *) durch folgende Erfahrungen widerlegen zu können: er habe aus Zink- und Kupferscheiben von drey Zoll Durchmesser eine Säule mit 20 Lagen erbauet, indem er jede Lage von der andern blos durch zwey Stückchen grünem Glas von der Größe einer Linse getrennt, und so eine Säule erhalten habe, in welcher Luftschichten die Stelle der feuchten Leiter vertraten. Mit Hülfe des Mikroelektrometers habe diese Säule ungefähr dieselbe Divergenz, als eine Säule aus sechs Lagen mit nassen Tuchscheiben hervorgebracht; auch habe sie eine Flasche auf die gewöhnliche Art bis zum gleichen Grade von Elektricität geladen. Herr Ritter bemerket dagegen aber, daß dieser Versuch, auch wenn er richtig sey, doch nichts beweise, da die Glasstückchen vor dem Einlegen weder erhitzt, noch vor dem Beschlagen mit neuer Feuchtigkeit durch Austrocknung der umgebenden Luft geschützt waren, auch mit bloßen Händen, die immer etwas feucht sind, eingeleget wurden. Eine mit ausgewärmtem Metalle und Glas von 600 Schichtungen aufgebauete Säule gab weder Spannung noch ein Zeichen vorhandener Elektricität *).

Der Herr Bouvier zu Jodoigne ?) errichtete nach Dyckhoff eine Säule aus 100 Lagen Kupfer und Zink mit Hülfe des dünnsten Glases; sie blieb aber vollkommen unwirksam für Gefühl und Geschmack, wenn er die Scheiben putzen und zuvor erwärmen ließ, oder wenn er daraus eine breite Säule von 5 Lagen construirte.

Da es also nicht möglich zu seyn schien, mit trockenen Zwischenleitern Säulen zu bauen, welche eine constante Wirkung hervorzubringen im Stande wären, so gab Allizeau *) folgenden neuen Apparat an: Zink-

*) Voigt's Magazin. B. IV. S. 791.

*) Ebendas. B. VI. S. 98.

?) Journal p. q. *Mens.* Tom. IV. p. 509.

*) Journal de physique. Tom. LVII. p. 74. sqq.

Digitized by Google

und Kupferplatten wurden zusammengelöthet und in einen flachen überfirnißten Metallring gefaßt, auf deren Zinkseite ein Ring aus Fayence oder Porzellan aufgekittet ist. Diesen Ring schüttet man voll unzerkleinerten Kochsalzes, welches mit Wasser befeuchtet wird, so daß damit alle Zwischenräume der Salzkrystalle völlig ausgefüllet sind, und daß, wenn man das zweyte Plattenpaar mit der Kupferseite auf den Ring deckt, dieses mit dem Salze, dem Wasser und dem Ringe in vollständiger Berührung, und der Luft der Zutritt möglichst versperrt sey. Da Kochsalz und Wasser ohne Mitwirkung der Luft nur eine unbedeutende Wirkung auf Kupfer haben, so findet bey dieser Einrichtung nur eine sehr geringe Oxydirung der Metallplatten statt, welches nicht der Fall ist, wenn die Ringe mit reinem Wasser, oder einer Auflösung im Wasser, oder mit Salmiak gefüllet sind, wie sich Allizeau durch frühere Versuche überzeuget hat. Auch fand er, daß sein gestoßenes Kochsalz minder gut, als das gewöhnliche Kochsalz, wirkt. In allen übrigen ist sein Apparat in nichts von dem gewöhnlichen verschieden.

Es wurden zwey Säulen aus 40 Schichtungen, die eine nach Allizeau's Art, die andere mit Tuchscheiben, welche in einer gesättigten Kochsalzauflösung getränkt waren, mit einander verglichen, jedoch nur durch Schläge und Empfindungen, welche sie in mehreren Personen hervorbrachten. Gleich anfänglich waren die Wirkungen beyder für die Empfindung völlig einerley; den folgenden Tag darauf war die gewöhnliche Säule schon sehr schwach geworden, Allizeau's Säule aber hatte noch ihre völlige Wirksamkeit. Nachdem am 7ten Tage nach der Errichtung beyder Säulen, wovon die eine schon am dritten Tage die Wirksamkeit verloren hatte, Allizeau's Säule die verdunstete Feuchtigkeit mittelst eines Hebers wieder gegeben hatte, stellte sich die Wirksamkeit in ihrer ersten Intensität wieder ein. Durch dieses Mittel war man im Stande, die Säule 53 Tage lang, ohne merkliche Abnahme an Intensität, wirksam zu erhalten.

Digitized by Google

Jetzt wurde sie aus einander genommen. Die Plattenpaare waren blos an ihrer Zinkseite ein wenig geschwärzet. Auf der Kupferseite zeigte sich nahe am Ringe ein schwarzer Kreis, wie von reducirtem Zink, und in der Mitte nur einige Punkte grünen Oxyds, in geringer Menge. Das Salz hatte an seiner Oberfläche einen sehr schwachen grünen Ueberzug, und es fanden sich hier einige Theile, die einem weißen Oxyd glichen. Das Salz wurde im Wasser aufgelöset, und Ammoniak hinzugegossen, es färbte sich aber nicht blau. Hieraus war klar, daß nur wenig Oxyd vorhanden war.

In diesem ersten Versuche war die Säule die ganze Zeit über ungeschlossen, den Augenblick abgerechnet, welcher beym Prüfen eine Schließung verlangte. Nachdem sie nun wieder von neuem aufgebauet, und durch einen Draht, der ihre beyden Enden berührte, geschlossen wurde, war ihre Wirksamkeit nach ein Paar Tagen, als der Draht fortgenommen wurde, merklich geschwächt, nahm aber nach einigen Augenblicken zu. Nun blieb die Säule, wiederum gegen 3 Tage geschlossen; nach Wegnahme des Drahtes war die Wirkung äußerst schwach, stieg aber zu einem hohen Grade, als man ihr das bey der großen Hitze verdunstete Wasser wieder gab; noch zeigte sich keine Spur von Oxyd. Ueberhaupt war immer gleich nach dem Trennen die Elektricität der Säule unmerklich, oder nur schwach, fand sich aber, wenn sie ungeschlossen blieb, nach längerer oder kürzerer Zeit, ungefähr in ihrer anfänglichen Intensität, wie man sie in der offenen Säule wahrgenommen hatte, wieder ein.

Nachdem diese Säule 16 Tage lang geschlossen war, wurde sie wieder auseinander genommen; das Salz war äußerst trocken, und es zeigte sich im Ganzen nur sehr wenig Oxyd. In den 23 obern Lagen war das Kupfer mit einem sehr dünnen Ueberzuge wiederhergestellten Zinkoxyds bedeckt, und in den 17 untern fanden sich einige Punkte grünen Oxyds, und nur sehr wenig, oder gar kein schwarzes Oxyd; an den übrigen Stellen glänzte das

Digitized by Google

Kupfer roth und metallisch. Das Salz war ohne alle merkliche Färbung.

Noch hat Allizeau versuchet, auf vertieften Zink- und Kupferscheiben, welche die Form von Näpfchen haben, und zusammengeschmolzen sind; ähnliche Säulen zu erbauen. Sie haben nach einer Vergleichung mit den ersten Säulen dieselben Vorzüge, und sind weniger kostspielig. Das in die Näpfchen gefüllte nasse Salz läßt sich in genaue Berührung mit der darauf gelegten vertieften Platte bringen, die Luft berühret nur wenig vom Salze, und diesem läßt sich die verdunstete Feuchtigkeit hier noch leichter wieder geben.

Im Jahre 1805 hatte der D. Joseph Baronio *) zu Mailand die Beschreibung einer galvanischen Batterie bekannt gemacht, welche blos aus vegetabilischen Stoffen zusammengesetzet ist. Mit dieser wollte er vorzüglich an einem Froschpräparate galvanische Wirkungen wahrgenommen haben, und er fordert daher die Physiker auf, seine Versuche zu wiederholen. Er hoffte, daß man auf diese Art durch fortgesetzte Untersuchungen dahin kommen werde, daß man die galvanische Lehre auch auf das ganze Pflanzenreich werde anwenden können.

Die galvanische Societät zu Paris, durch diesen Aufruf bewogen, errichtete eine Säule von Baronio's Art, fand aber, daß dieselbe weder an einem Froschpräparate noch an einem Mikroelektrometer die geringste galvanische Wirkung zeigte β).

Fast zu gleicher Zeit hatte Herr Maréchaux γ) zu Wesel, als Correspondent der galvanischen Societät zu Paris, derselben angezeiget, daß er seit einiger Zeit galvanisch-elektrische Säulen gebrauche, die aus Zink, Messing und trockener Pappe zusammengesetzt sind, und mache

*) Moniteur vom 22. Brumaire (13. Nov. 1805). Voigt's Magazin. B. XI. S. 69.

β) Annales de Chimie. Tom. LVII, p. 64. sq.

γ) Ebendas. p. 61. Gilbert's Annalen. B. XXII. S. 313. f.

Digitized by Google

dabey die Bemerkung, daß Feuchtigkeit keine unnachlässige Bedingung zur Erzeugung der galvanischen Elektricität sey. Die galvanische Societät zu Paris erhielte sogleich eine Säule von Maréchaux's Art auf einer größern Messingscheibe als Grundlage von 49 Lagen. Durch die größere Scheibe waren nahe am Rande drey Löcher gebohrt, und durch diese drey seidene Schnüren gezogen, welche über der Säule zusammengeschürzt, und an einem Haken aufgehängt wurden. Sie wurde mit dem von Herrn Veau-Delaunay vereinfachten Maréchaux's Mikroelektrometer verbunden und zeigte davon eine Spannung von 360° des Mikroelektrometers, von welcher man sich versicherte, daß sie keine Wirkung der Luftelektricität, sondern galvanischer Anziehung sey. Die Bedingung des Aufhängens einer solchen trockenen Säule war indessen nicht nothwendig: denn stehende Säulen mit trocknen Pappenscheiben ganz frey aufgebauet zeigten eben so gut, als hängende am Maréchaux'schen Mikroelektrometer kleine Wirkungen, wie selbst Herr Maréchaux in Gegenwart des Herrn Prof. Gilbert zu Halle gezeiget hatte.

Die galvanische Societät zu Paris hatte auch statt Pappe Löschpapier versuchet; allein in diesem Falle wollte die Säule nicht die geringste Wirkung zeigen. Herr Maréchaux, welcher nach der Zeit mehrere Substanzen bey seiner Zink-Messingsäule versuchet hat, bemerket aber dagegen, daß bey ihrem Versuche irgend ein Versehen vorgegangen seyn müsse *). Eine einzige Scheibe Löschpapier zwischen zwey Plattenpaare gelegt, gab schon Elektricität; die Anziehung ward aber stärker, wenn er drey und mehrere Blätter über einander legte. Mit 5 oder 6 Blättern war sie eben so stark, als wenn er Pappenscheiben nahm. Da es ihm nicht glücken wollte, durch diese und andere Substanzen die trockene Säule bedeutend zu erhöhen, so versuchte er an der Stelle des einen Metalles andere Substanzen zu gebrauchen. Die meisten,

*) Gilbert's Annalen. B. XXIII. S. 220. u. f.

Digitized by Google

womit er einen Versuch machte, gaben ihm keine beträchtliche Wirkung, bis er endlich das Reißbley wählte, und davon eine Säule von 30 Plattenpaaren aufbauete, so daß in ihr das Reißbley die Stelle des Messings vertrat. Unter gleichen Umständen gaben Divergenz am Mikroelektrometer

Säulen aus 30 Schichtungen

Zink	Messing	trockene Pappe	220°
Zink	Messing	nasse Pappe	420°
Zink	Messing	salzige nasse Pappe	440°
Zink	Reißbley	trockene Pappe	460°

Es gab also die letztere trockene Säule mehr Elektricität, als die Zink-Messingsäule, deren Pappstücke mit Kochsalzlauge befeuchtet waren. Diese trockene Säule war dem Herrn Maréchaux besonders dadurch noch merkwürdig, daß sie in ihren chemischen Wirkungen von der Volta'schen Säule mit feuchten Leitern ganz abwich. Sie gab bey ihrer großen Intensität in dem Gasapparate keine Spur von Glasbildung. Auch bey der Berührung des einen Pols mit der bloßen Hand, und des andern mit der Zunge verursachte sie keinen Stich, keine Säure, keinen Biß u. s. w. Es schien ihm daher diese trockene Säule eine Entdeckung zu seyn, welche in der Lehre der Elektricität nicht ohne Werth seyn wird, weil sie zu Vergleichungen das Mittel darbietet. Sie weist deutlich auf die Rolle hin, welche das Wasser in der Volta'schen Säule spielt, und werde uns lehren, dasjenige, was der Elektricität gehöre, von den Phänomenen zu trennen, welche der Oxydation zugeschrieben werden müßten.

Gegen diese trockene Säule hatte der Herr Professor Erxmann zu Berlin die nicht ganz ungegründete Einwendung gemacht, daß bey derselben die trockenen Pappenscheiben als wahre hygroskopische Substanzen wirkten. Allein dem Herrn Maréchaux wollte dies nicht so ganz einleuchten, und er verließ den Gedanken nicht, trockene galvanische Säulen zu errichten. Zu derselben Zeit war ein gewisser Candid, der Mathem. im damal. schwed. Pom-

Digitized by Google

mern (jetzt Neu-Vorpommern) Herr Georg. Bernh. Behrens *) auf die Idee gekommen, einen festen Körper zu finden, welcher sich, zwischen zwey verschiedene Metalle gebracht, als passiver Leiter verhalten möchte. Er prüfte daher mehrere Steine, und erwärmte sie vorher sehr stark. Der warme Feuerstein zeigte sich wirklich als passiver und mäßig guter Leiter; vorher hatte er ihn aber auf der einen Seite mit Kupfer und auf der andern mit Zink gerieben. Er legte alsdann (Fig. 18.) über die Kupferplatte K, welche in K mit einem Griffe versehen war, die Zinkplatte Z, auf diese den Stein s mit der verzinkten Seite an z. Das Ganze umwickelte er fest mit Seide und ließ alsdann den Apparat so lange auf einem heißen Ofen liegen, daß er ganz trocken war. Nachher fand er, daß ein kupferner Condensator, welcher K berührte, E erhielt, wenn er das Ende C berührte; umgekehrt bekam er + E, wenn er K faßte und mit dem andern Ende C den Condensator berührte. Hiernächst band er an die Kupferplatte C noch eine Zinkplatte, erwärmte den Apparat von neuem, und fand nachher dieselben Resultate, nur mit dem Unterschiede, daß die elektrische Wirkung gerade noch einmal so groß, als vorhin war. Hiedurch hatte also Herr Behrens bewiesen, daß eine elektrische Säule ohne Feuchtigkeit möglich sey. Durch diesen seinen ersten Versuch aufgemuntert, versuchte er noch viele andere Körper in der Hoffnung, einen bessern und geschicktern Leiter zu finden, als der Stein war. Allein keiner wollte ihm glücken, bis er endlich Goldpapier wählte und zwischen die Plattenpaare so brachte, daß die vergoldete Seite an die Kupferplatte gelegt war, welches gut wirkte; noch besser fand er es, wenn er das Goldpapier vorher in eine schwache Salzauflösung getaucht und nachher durchaus getrocknet hatte. Nun bauete er eine Säule aus 80 Schichtungen Zink, Kupfer, Goldpapier, und die Versuche, die er damit anstellte, gaben ihm folgende Resultate:

*) Gilbert's Annalen. B. XXIII. S. 2. u. f.

Digitized by Google

1. Die Enden der Säule zeigten entgegengesetzte elektrische Pole in derselben Ordnung, wie der Volta'schen Säule mit feuchten Leitern statt des Goldpapiers.

2. Die elektrische Spannung der Pole war sowohl bey der isolirten Säule, als auch dann, wenn der eine Pol ableitend berühret wurde, gleich der Spannung einer Volta'schen Säule K, Z, FL, von einer gleichen Zahl Plattenpaare.

3. War an einen Pol ein Goldblättchen gebracht, so zog der Draht des andern Pols dieses in einiger Entfernung an.

4. War mit dem einen Pole ein Condensator verbunden, während der andere ableitend berühret wurde, so wurde der Condensator zwar eben so stark, wie durch die gleiche Volta'sche Säule geladen, aber nicht, wie durch diese nach einer augenblicklichen, sondern erst nach einer mehrere Sekunden dauernden Berührung.

5. Die Säule gab keine Funken, ließ aber auch den Schlag einer Flasche nicht durch.

6. Die Säule bewirkte unter den günstigsten Umständen nicht die geringste Wasserzerlegung, wie Marechaux an seiner Säule ebenfalls bemerket hatte, nicht die schwächste Sensation, nicht die kleinste Veränderung der Pflanzenfarbe; kurz, sie zeigte keine Spur irgend einer der sogenannten galvanischen Erscheinungen.

Diese Säule blieb drey Monate lang größtentheils mit geschlossener Kette stehen, und während dieser Zeit hatten die Platten ihren anfänglichen metallischen Glanz, so wie ihre Wirksamkeit nicht im geringsten verloren.

Herr Prof. Ermann glaubte aus der Erfahrung, daß in diesen sogenannten trockenen galvanischen Säulen die elektrische Spannung eine beträchtliche Zeit gebrauche, ehe sie dieselbe Intensität erhält, welche sie bey der gewöhnlichen Volta'schen Säule mit feuchten Leitern augenblicklich giebt, darthun zu können, daß Pappe oder Papier immer als hygroskopische Substanz wirke, und daß folglich keine ganz trockene galvanische Säule gedenkbar sey.

Digitized by Google

Indessen hatte Herr Volta gefunden, daß eine galvanische Säule sehr anhaltend wirkt, wenn man als feuchten Leiter Honig nimmt.

Es verflossen nun mehrere Jahre, ehe man den Gedanken, die Oxydation der Metallplatten in der gewöhnlichen Volta'schen Säule zu verhüten, und so der Wirksamkeit derselben längere Dauer zu geben, weiter verfolgte, und auf sogenannte trockene Säulen dachte, bis endlich im Jahre 1814 Herr de Luc in England und Herr Zamboni in Italien sogenannte trockene Säulen von gewünschter Art zu Stande brachten, von welchen weiter unten.

Daß die Vervollkommnung der sogenannten trocknen Säulen verspätet wurde, hat ohne Zweifel darin seinen Grund, daß man fast allgemein überzeugt zu seyn schien, es könne ohne Anwendung eines feuchten Leiters keine Volta'sche Säule bestehen. Daher kam es auch, daß nach den nicht ganz glücklichen Versuchen der Herren Maréchaux und Behrens die neuern Physiker mehr darauf bedacht waren, nasse Säulen von außerordentlicher Wirksamkeit zu Stande zu bringen.

Herr Ritter *) hatte bereits im Jahre 1801 gefunden, daß von zwey Golddrähten, welche im Kreise der Volta'schen Säule in der gewöhnlichen Glasröhre eine geraume Zeit Gas gegeben haben, derjenige, welcher Sauerstoffgas geliefert hatte, bey der Trennung aus dem Kreise der Säule nach einer sehr kurzen Pause noch einen schwachen Strom Hydrogengas, der hingegen, welcher das Hydrogengas gegeben, nach gleich kurzer Pause einen schwachen Strom von Sauerstoffgas nachgebe. Diese Umkehrung der Pole und aller davon abhangenden Erscheinungen, Gefühle, Empfindungen u. s. im Augenblicke der Trennung hatte er schon vorher an sich selbst, nachdem er sich im Kreise der Volta'schen Säule befand, wahrgenommen. Herr Remer **) bemerket, daß er in Anse-

*) Voigt's Magazin. B. VI. S. 105. f.

**) Gilbert's Annalen. B. XVII. S. 21. f.

Digitized by Google

hung des Lichtes etwas Aehnliches an den negativ elektrisirten Spitzen beobachtet habe, wo während des Umlaufs des Cylinders ein Strahlenpunkt, und eine ganz kurze Zeit nachher ein schwacher zischender Strahlenbüschel wahrzunehmen war. Herr Ritter hatte von dieser Erscheinung keine Erklärung gegeben. Dagegen sucht Herr Remer den Hergang dieser Sache so zu erklären: So lange der Cylinder der Elektrisirmaschine gedrehet werde, ströme durch die aufgesteckte Spitze beständig Elektricität aus der Atmosphäre in den seiner Electricität beraubten negativen Conductor hinein; daher der leuchtende Punkt. Höre nun die Bewegung des Cylinders auf, so reiße sich ein Strom der atmosphärischen Elektricität während der Zeit, da der Draht nicht leuchte, aus der Luft in den Draht hinein, und versetze diesen in einen positiv elektrisirten Zustand, wäre es auch nur in Beziehung auf die den Draht umgebende Luftportion, so daß jetzt das + E aus der Spitze in Gestalt eines Büschels hervorbreche, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Diese Vermuthung werde dadurch noch wahrscheinlicher, daß nur sehr starke Elektricitäten diese Erscheinung bewirkten, daß sie selbst sehr schwach sey, und daß sie am positiven Conductor auch unter den günstigsten Umständen nicht hervorgebracht werden könne.

Herrn Ritter's Versuch wäre vielleicht etwas dem Aehnliches, und bestünde in einem Sichtbarwerden des durch die Elektricität der Volta'schen Säule frey gemachten, aber noch dem Wasser anhangenden Sauerstoffes und Wasserstoffes. Nehme man dazu die Bemerkung, daß die Geschmacks- und Gesichtsphänomene, welche diese Drähte nach aufgehobener Verbindung mit der Volta'schen Säule hervorbrächten, geradezu die entgegengesetzten von den seyn, welche während ihrer Verbindung mit der Säule wahrgenommen würden; so sey es sogar wahrscheinlich, daß jetzt ein ganz umgekehrter chemischer Prozeß mit diesen Drähten erfolge, so daß der Draht, welcher vorhin sich positiv gegen den Sauerstoff verhielt, nun gegen ihn

Digitized by Google

eine negative Beschaffenheit annehme, und umgekehrt. Immer aber bleibe ihm diese Erscheinung höchst sonderbar, und scheine ihm sehr für die Einheit der elektrischen Materie zu sprechen.

Fast zu gleicher Zeit mit Herrn Ritter hat Davy *) denselben Versuch weit bestimmter gemacht, und ihn blos dem Herrn Nicholson mündlich mitgetheilt. Herr Nicholson hatte nämlich behauptet, daß Herr Volta alle Erscheinungen seiner Säule blos den Metallen, und nichts den Flüssigkeiten in derselben zuschreibe. Eben bey dieser Gelegenheit führet er diesen Versuch Davy's als einen sprechenden Beweis über die direkte Wirksamkeit der Flüssigkeiten in der Säule an. Wird nämlich eine Säule aus Eisen und Kupfer wie gewöhnlich mit Wasser aufgebauet, so nimmt das Eisen + E, das Kupfer — E an; baut man sie dagegen mit liquidem Schwefelalkali, statt mit Wasser, auf, so nehme das Eisen — E das Kupfer + E an. Im erstern Falle werde das Eisen oxydirt, im zweyten finde keine Oxydation des Eisens statt, und das Kupfer ist oxydirt und wahrscheinlich auch mit Schwefel verbunden.

Herr Ritter wurde am Ende des Jahres 1802 durch die große Aehnlichkeit solcher der Wirkung der Volta'schen Säule ausgesetzt gewesener Drähte mit galvanischen Ketten oder schwachen Säulen selbst veranlaßt, statt der Drähte Platten zu nehmen, und zu versuchen, ob sich die Menge kleiner einzelner Spannungen dieser Platten, nicht eben so zu einer großen gemeinschaftlichen Spannung und davon abhangenden Wirkung, auflösen würde. Zu diesem Ende schichtete er 50 Kupferplatten, jede ohngefähr wie ein französischer Kronenthaler groß und ein Kartenblatt dick, mit eben so vielen kochsalznassen Pappen von ohngefähr 2 Par. Quadratzoll Fläche und 1 Linie Dicke, nach dieser Ordnung: Kupfer, Pappe, Kupfer, Pappe, Kupfer u. s. f., und schloß diese Reihe zuletzt mit Kupfer.

*) Nicholson's Journal. 1802. Tom. I. p. 142.

Digitized by Google

Dadurch erhielt er eine kleine Säule, welche er nach der Zeit eine Ladungssäule nannte, welche, sich selbst überlassen, zu keiner Zeit weder den mindesten Funken, noch Gas, noch Schlag u. s. f. bemerken läßt. Verbindet man aber das obere Ende dieser Ladungssäule durch einen Eisendraht mit dem + oder dem Sauerstoffpol, das untere Ende derselben aber mit dem — oder dem Wasserstoffpol einer gewöhnlichen Volta'schen Batterie von 90 bis 100 Lagen Kupfer, Zink und kochsalznasser Pappe, alles von derselben Größe, als Kupfer und Pappe in der Ladungssäule haben, und lasse beyde 3 bis 5 Minuten in Verbindung; nimmt man hierauf schnell einen oder beyde Verbindungsdrähte ab, und schließt nun die Ladungssäule von einem innern Ende zum andern mit Eisendraht: so wird man einen schönen rothen sternartigen Funken haben, ganz wie ihn Volta's Batterie selbst giebt: diese Schließung kann man wiederholen, und man wird neue Funken erhalten, welche nach und nach an Stärke abnehmen und endlich verschwinden. Hat man statt dessen feines Gold- oder Silberblatt an dem Ende der Ladungssäule aufgehangen, was mit dem + Pol der Volta'schen Säule in Verbindung war, und schließt mit dem Draht an diesem, so wird man die Verbrennung der Metalle auf dieselbe Art haben, wie an Volta's Batterie. Kurz alle mögliche Erscheinungen, an Gasbildung, an Empfindungen seines eigenen Körpers u. s. w. wird man an dieser Ladungssäule wahrnehmen, die man an der gewöhnlichen Volta'schen Säule bemerket.

Herr Oerstedt hatte auf einer damaligen Reise mit Herrn Ritter in Jena alle diese Versuche gemeinschaftlich angestellet, und bey einem Besuche den Hrn. v. Marum *) in Harlem überzeuget, daß eine nach eben angeführter Art von Ritter aufgebauete Ladungssäule durch eine gewöhnliche Volta'sche Säule geladen werden könne, und alsdann dieselben Erscheinungen zeige, wie die Volta'sche

*) Journal de chimie et de physique p. v. *Mon.* Tom. V. p. 212.

Digitized by Google

Säule selbst. Der Herr v. Marum hatte auch an dieser Ladungssäule gefunden, daß ihre Wirkung mit der einer Elektrisirmaschine völlig übereinstimme.

Dieser Versuch wurde auch dem Herrn Volta *) bekannt, welcher mehrere Versuche über die Säulen aus abwechselnden Lagen eines einzigen Metalles und einer einzigen Feuchtigkeit angestellet hat. Diese Säulen sind zwar an und für sich unwirksam, werden aber dadurch, daß man den elektrischen Strom einer wirksamen Säule eine kürzere oder längere Zeit durch sie hindurchströmen läßt, mindere oder größere Wirksamkeit erlangen. Volta glaubt aber gegen Ritter's Meinung sich überzeugt zu haben, daß eine solche unwirksame Säule keineswegs von einer wirksamen geladen werde, sondern daß vielmehr die anhaltend hindurchströmende Elektricität, vermöge ihrer gewöhnlichen chemischen Wirkung, die einzige feuchte Lage, welche sich z. B. zwischen zwey Goldstückchen befindet, in zwey verschiedenartige Flüssigkeiten umwandelt, eine saure, da, wo der elektrische Strom aus dem Metalle austritt, und eine alkalinische, da, wo er in das Metall hineingehet. Die vorher unwirksame Säule wird dadurch eine wirksame von zweyter Art, dergleichen aus einem Metalle und zwey heterogenen Flüssigkeiten bestehn; ihre Wirksamkeit ist indeß von keiner langen Dauer, weil die beyden heterogenen Feuchtigkeiten sich bald vermischen.

Um diese Zeit hatte auch C. Wilkinson β) in England den größten unter den bisherigen galvanischen Apparaten aufgerichtet, und besonders damit Versuche in dieser Absicht angestellet, um die Frage zu beantworten, wie nimmt die Kraft der galvanischen Säule, Metalle zu verbrennen, mit der Menge und der Größe der Platten zu? Er errichtete einen Trogapparat aus 100 zusammengelötheten, quadratförmigen Plattenpaaren von 4 Zoll Seite, in dessen Zellen Salpetersäure mit 25 Mal so viel

*) Journal de chimie et de physique p. *v. Mons.* Tom. VI. p. 132.

β) Nicholson's Journal. Vol. VII. p. 206.

Digitized by Google

Wasser verdünnt gegossen war. Schloß er diese Säule durch einen Stahldraht von ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke, so verbrannte von selbigem eine Länge von $\frac{1}{2}$ Zoll. Verband er aber zwey solche Trogapparate so mit einander, daß sie einen einzigen Apparat von noch einmal so vielen Plattenpaaren bildeten, so verbrannte auch gerade noch einmal so viel Draht; vier auf solche Art vereinigte Trogapparate verbrannten genau die vierfache Menge von Draht.

Durch diese Versuche wäre also erwiesen, daß die Kraft der Apparate, Metalle zu verbrennen, unter übrigens gleichen Umständen, genau im Verhältnisse der Menge der Plattenpaare wächst, aus welchen sie bestehen.

Nun nahm Herr Wilkinson ähnliche, mit eben solcher verdünnten Salpetersäure gefüllte Trogapparate, wovon ein jeder aus 50 quadratförmigen Plattenpaaren von 8 Zoll Seite bestand. Ein solcher Apparat verbrannte von derselben Art Stahldraht eine Länge von 16 Zoll, und als er zwey, drey, vier dieser Apparate zu einem verband, nahm die Länge des durch sie beym Schließen verbrannten Drahtes wieder genau im Verhältnisse der Zahl der Plattenpaare zu, so daß durch 200 achtzöllige Plattenpaare bey einmaligem Schließen mehr als 5 Fuß Draht verbrannt wurden.

Endlich bemerkt Wilkinson noch, daß er den oben angeführten Versuch von Dyckhof mit Säulen, die mit Luft geschichtet waren, wiederholet habe, aber er habe ebenfalls nicht die geringste Spur einer Wirkung erhalten. Zuletzt hat sich Herr Dyckhof selbst erkläret, daß er sich getäuschet habe.

Die beyden Herren Pfaff und Ritter hatten zwar bereits ein Anziehen und Zurückstoßen an der Volta'schen Säule bemerket; allein Herr Maréchaux *) war doch der erste, der durch seinen Elektro-Mikrometer die Größe der Abstoßung an der Säule maß. Herr Maréchaux

*) Gilbert's Annalen. B. XIX. S. 476. ff.

Digitized by Google

hatte die Absicht, durch Versuche mit seinem Werkzeuge das Gesetz aufzufinden, nach welchem die anziehende Kraft der Säule mit den Plattenpaaren zunimmt. Seine sehr zahlreichen Versuche, welche er an Zink-Messing-Säulen angestellet hatte, gaben ihm den vollständigsten Beweis, daß die Anziehung genau im Verhältnisse der Plattenpaare geschiehet, und daß folglich die anziehende Kraft in der Volta'schen Säule vollkommen demselben Gesetze des Wachsthumes, wie die Repulsionskraft folgt.

Herr Cuthbertson in England hatte ebenfalls Schmelzungsversuche an Säulen angestellet, und dasselbe Gesetz, wie Herr Wilkinson, gefunden. Herr Davy *), welcher glaubte, daß über die Zunahme des Schmelzungsvermögens der Säule noch nichts geschehen sey, machte mit einer neuen Volta'schen Säule aus 11 Zoll langen und $4\frac{1}{2}$ Zoll breiten Platten, die in Trögen aus Wegdwood'scher Waare hiengen. Die Resultate seiner Versuche waren aber zweydeutig: es schmolzen nämlich zwey Batterien eine 4mal so große Länge Draht als eine einzige, hingegen sechs Batterien etwas mehr als die doppelte Drahtlänge. Herr Davy äußerte daher, daß vielleicht das Schmelzungsvermögen bey einer großen Anzahl von Platten in einem kleinern Verhältnisse, als bey weniger Plattenpaaren, zunehmen könne. Um nun diesen Gegenstand aufs Reine zu bringen, entschloß sich Herr Singer **), Versuche in Verbindung mit Herrn Cuthbertson zu wiederholen.

Eine Mischung von 10 Gallon Wasser 5 Pfund starke Salpetersäure und $\frac{1}{2}$ Pfund Salzsäure, welche zum Drahtschmelzen die wirksamste sey, reichte hin, alle Batterien, welche zu den Versuchen gebraucht wurden, zu füllen. Zehn dieser Batterien bestanden jede aus 10, eine eilfte aus 50 Paaren Platten, jede von 4 Zollen ins

*) Nicholson's Journal. May. 1811.

**) Ebendaselbst, im Auszuge übersetzt in Gilbert's Annalen. B. XLIV. S. 230. ff.

Digitized by Google

Gevierte. Die erstern hatten Tröge aus Wegdwood'scher Waare, und waren noch ungebraucht; der Trog der letztern bestand aus Holz, hatte gläserne Scheidewände, und war häufig gebraucht worden. Der Stahldraht, der geschmolzen wurde, hatte $\frac{1}{120}$ Zoll Durchmesser.

Gleich im Anfange brachten zwey Wegdwood'sche Tröge 9 Zoll Draht zum schwachen Rothglühen, welches aber nur kurze Zeit dauerte. Es wurde, als dies nicht mehr geschah, 1 Minute gewartet, und nun wurden nur 3 Zoll Draht eben so stark glühend, als gleich anfangs 9 Zoll.

Vier Wegdwood-Tröge machten im Anfange 18 Zoll von demselben Drahte schwach rothglühen. Die Kette wurde so lange geschlossen gehalten, bis das Glühen ganz aufgehöret hatte, und man wartete dann nach Oeffnen der Kette noch eine Minute; jetzt kamen nur 6 Zoll Draht zu einem eben so starken Glühen.

Als gleich nach diesen Versuchen die Kette 3 Minuten lang geöffnet gewesen war, machten beym Schließen zwey Batterien 6 Zoll, und vier Batterien 12 Zoll desselben Drahtes in eben dem Grade glühend, als zuvor.

Zehn Wegdwood-Tröge, alle mit frischer Flüssigkeit gefüllt, brachten von demselben Drahte zum Glühen bey dem ersten Schließen 36 Zoll, fünf Tröge 18 Zoll; und nach einem kurzen Zeitraume jene 30, diese 15 Zoll.

In dem geschwächten Zustande dieser Batterien wurden sie mit Platindraht von $\frac{1}{100}$ Zoll Durchmesser geschlossen. Zehn Tröge erhielten eine Länge von 5 Zoll, fünf Tröge von $2\frac{1}{2}$ Zoll in gleichem Grade im Weißglühen.

Aus diesen Versuchen schließt nun Herr Singer, daß das Vermögen der galvanischen Säulen, Metalldrähte zum Glühen zu bringen, genau im Verhältnisse der Menge der Plattenpaare stehet, welche die Batterie ausmachen, und daß dies Gesetz nicht blos im ersten Augenblicke, sondern während der Zeit ihrer ganzen Wirksamkeit gleichmäßig fort gilt, so veränderlich auch die Wirksamkeit jeder Batterie einzeln seyn mag. Es seyen also in

Digitized by Google

Herrn Davy's Versuchen wahrscheinlich die einzelnen Tröge mit Flüssigkeit von verschiedener Stärke gefüllt gewesen, da bey seinem ersten Versuche die Länge des Drahts, welche zum Glühen kam, im Verhältnisse des Quadrats der Plattenpaare zunahm.

Herr Singer bemerket noch, daß man gewöhnlich glaube, die Wegdwood-Tröge wirkten länger als die hölzernen Tröge mit Scheidewänden von Glas, weil ihre Zellen weiter sind, und also bey Platten von gleicher Größe mehr Flüssigkeit erfordern; allein das bestätige sich nicht aus seinen Versuchen. Einen weit größern Einfluß auf die Dauer der Wirksamkeit habe die Natur und die Stärke der verdünnten Säure, und er habe nicht gefunden, daß in irgend einem Falle eine größere Weite der Zellen, als von ¾ Zoll, in dieser Hinsicht von Vortheil gewesen sey.

Herr Singer hatte schon vorher eine Reihe von Versuchen zu der Absicht angestellt, die beste Art, die galvanische Batterie zu brauchen, zu finden, und diese hatten ihn gelehret, daß die gewöhnliche Art für chemische Wirkungen keinesweges die beste sey. Zum Drahtschmelzen hatte er die angeführte Mischung aus Wasser, Salpeter- und Salzsäure am wirksamsten gefunden.

Ueber die Wirkungen gleicher Mengen der drey stärksten Mineralsäuren hat er vergleichende Versuche in drey ähnlichen Batterien angestellt. Die mit Salpetersäure gefüllte schmelzte die größte Drahtlänge, die mit Salzsäure die kleinste; ihre Wirkung auf unvollkommene Leiter war aber beynahe gleich. Als er diese Batterien nach 14 Stunden aufs neue untersuchte, hatten die erstere und die mit Schwefelsäure gefüllte ihre ganze Schmelzkraft verloren, und wirkten beyde nur schwach auf Halbleiter; die mit Salzsäure gefüllte schmelzte aber noch zwey Drittheil der Drahtlänge, wie gleich Anfangs, und schien das Wasser noch mit unverminderter Stärke zu zersetzen. Als er alle drei Batterien zwey Tage lang in Ruhe hatte stehen gelassen, war die Wirksamkeit der beyden erstern völlig

Digitized by Google

verschwunden, die letztere schmelzte aber noch $\frac{1}{3}$ der Drahtlänge, wie Anfangs; sie behielt diese Kraft vier Tage lang, und noch nach 6 Tagen wirkte sie sichtlich auf unvollkommene Leiter. In allen diesen Versuchen zog er die Platten die Zwischenzeit über aus den Trögen heraus. Es dauerte lange Zeit, ehe er von den Batterien, die mit Salpetersäure und Schwefelsäure gefüllt worden waren, eine gleichförmige Fortdauer der Wirkung erhalten konnte; ihre Kraft schien erschöpft zu seyn; beym fortdauernden Gebrauch von Salpetersäure kamen sie indeß endlich wieder zu einer gleichförmigen Wirksamkeit. Zu elektrisch-chemischen Versuchen verdiene also offenbar die Salzsäure den Vorzug.

Bisher hatte man die Zusammensetzung der Volta'schen Säulen immer aus je zwey Metallen, Kupfer und Zink, oder Silber und Zink veranstaltet. Herr Hildebrand *) in Erlangen kam auf den Gedanken, eine Säule mit drey verschiedenen Metallen zusammenzusetzen. Er errichtete eine Säule aus Silber, Eisen, Zink und Kochsalzlauge; 100 runde Silberplatten von ganz feinem Silber, 1,4 Paris. Zoll im Durchmesser, eben so viel viereckte Platten von Eisenblech, deren Länge und Breite von jenem Durchmesser gleich war, und eben so viel runde Platten von Zink, in gleicher Größe mit den Silberplatten, schichtete er in der angeführten Folge mit Scheiben vom dicken weißen Packpapiere, das mit gesättigter Kochsalzlauge getränket war, in eine liegende Säule, welche auf zwey wagrecht liegenden Glasstäben ruhete, und druckte sie mit einer in der Axe der Säule laufenden Schraube mäßig zusammen. Um die Sauerstoff- und Wasserstoff-Polarität sogleich im Ansehen bestimmen zu können, nahm er zu Leitern Eisendrähte. Diese Säule gab starke Schläge bis in die Schultern und beträchtliche Funken, der vom Zinkpole ausgehende Leiter wurde oxydirt und ließ anfänglich gelbes, nachher dunkelgrünes, fast schwarzes Oxyd

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXX. S. 68 f.

Digitized by Google

fallen; der vom Silberpole ausgehende gab Wasserstoffgas u. s. w. alles so, wie es bey einer Silber-Zink-Säule erfolget, obgleich das Silber und Zink bey dieser Construktion gar nicht in Berührung kommen. In der Stärke der Erschütterungen, der Funken, der Geschwindigkeit und Menge des erzeugt werdenden Gases und des Oxyds u. s. w. ist eine solche Silber-Eisen-Zinksäule unter übrigens gleichen Umständen, etwas stärker, als eine Eisen-Zink-Säule, und viel stärker als eine Silber-Eisen-Säule. Aus vielen Versuchen, die Hr. Hildebrand mit solchen Säulen angestellet hat, glaubt er sich zu schließen berechtiget, daß die Silberplatten hier nicht als bloße Leiter dienen, die Wechselwirkung jeder Eisen-Zink-Lage fortzupflanzen, sondern, daß sie die Polarität jeder Lage um etwas erhöhen, und daß somit alle drey Metalle in Wechselwirkung sind.

Im Jahre 1808 schenkte der damalige Kaiser von Frankreich, Napoleon, der Polytechnischen Schule eine der größten Volta'schen Säulen, die bisher waren errichtet worden *). Die Herren Dumotiez und Fortin hatten diesen mächtigen Zellenapparat verfertiget, und dem Herrn Gay war besonders die Behandlung desselben übertragen. Es besteht dieser Apparat aus 600 Paar quadratförmigen Platten; jedes dieser Plattenpaare ist aus zwey Platten zusammengesetzet, einer Kupferplatte, welche 1 Kilogramm, und einer Zinkplatte, welche 3 Kilogrammes wiegt, und hat 0, 3 Meter Seite. Es beträgt also die Oberfläche einer Platte 9 Quadrat-Decimeter (122 Par. Quad. Zoll) und die Oberfläche der ganzen Batterie 54 Quadratmeter (ungefähr 500 Quadratfuß). Die Zwischenräume dieser Platten, welche Zellen bildeten, wurden mit einer sauren Flüssigkeit angefüllt. Die Wirksamkeit dieser Säule äußerte sich anfänglich durch starke Funken und Verbrennungen; Eisendrähte

*) Moniteur N. 221. vom 8. Aug. 1808, übersetzt in Gilbert's Annalen. B. XXXII. S. 45. ff.

Digitized by Google

von großer Länge, und die Platindrähte, welche als Polarleiter dienten, verbrannten mit großer Lebhaftigkeit in der atmosphärischen Luft; die drey sehr reinen Erden, Baryt, Strontion und Kalk zeigten am negativen Pole deutliche Erscheinungen des Verbrennens. Nach 12 bis 15 Minuten hatte dieser Apparat seine große Wirkung verloren. Es hatten sich auch in der Zwischenzeit mehrere Personen Schläge von diesem Apparate geben lassen; allein sie reichten noch nicht bis in die Brust, und bey einer Kette von mehreren Personen empfanden nur die beyden, welche den Apparat unmittelbar berührten, einen lebhaften Schlag. Es giebt dies Resultat einen sichern Beweis ab, daß zur Zeit dieser Versuche die Wirksamkeit des ganzen Apparats ziemlich erloschen war.

Die erste Einrichtung dieses großen Apparates hatte mehrere Unbequemlichkeiten; man gab ihm daher in der Folge nach mehreren Versuchen folgende bequemere Einrichtung *): die Platten wurden nicht in kleine Tröge, sondern auf ein Fußgestelle zwischen einem Rahmen aufgestellet, welcher letztere mit zwey Schrauben versehen war, mittelst welcher die Platten nach Willkühr sich an einander pressen ließen. Sie berühren nirgends das Holz, sondern werden davon durch Glasstäbe mittelst eines Kittes aus 4 Theilen Ziegelmehl, 3 Theilen Harz und 1 Theile Wachs getrennt. Um die Zellen zwischen je zwey Plattenpaaren zu bilden, dienten kleine Stäbe aus recht trockenem Holze, 0,004 Meter (1¾ Linien) dick, welche in den Kitt getauchet waren. Das erste Plattenpaar wurde in den Rahmen an die den Schrauben gegenüberstehende Seite gestellet, alsdann wurden an die breite Oberfläche der Platte längs des untern Randes und der beyden Seitenränder derselben drey solche Stäbe aufgekittet, hiernächst

*) Recherches physico-chimiques, faites à l'occasion de la grande batteri voltaique donnée p. S. M. J. à l'ecole polytech. à Paris 1811. Tom. I. prem. part. übers. in Gilbert's Annalen. B. XXXVIII. S. 121. ff.

Digitized by Google

das zweyte Plattenpaar daran gesetzt, und gegen das erste gedruckt. Auf diese Art ließen sich 4 bis 8 und mehr Plattenpaare in den Rahmen einsetzen, ehe man sie zusammenzupressen brauchte, wenn der Kitt an den Stäben nicht zu trocken wurde. Hundert solche Plattenpaare so in den Rahmen gebracht bildeten eine Säule. Auf die untere Fläche und auf die beyden Seitenflächen der Säule wurde nun mit einem Pinsel Kitt aufgetragen; auch wurden damit sorgfältig die Fugen zwischen den Platten und Stäben und die Ränder der Platten bedecket, und endlich wurde der Kitt mit einem heißen Eisen geebnet. Um nun die Zellen schnell mit Flüssigkeit zu füllen, wurden die obern Ränder der Säule mit einem 0,04 Meter (1½ Zoll) hohen Rande versehen, so daß die Flüssigkeit von Zelle zu Zelle kommen konnte. Um nun die Zellen wieder ohne Schwierigkeit leeren zu können, war in jedem Plattenpaare ein kleines Loch von 0,007 bis 0,008 Meter (3 bis 3½ Linie) Durchmesser, unmittelbar über den horizontalliegenden gefirnißten Stäben, welche den Boden der Zellen bildeten, und zwar mit größter Sorgfalt so angebracht, daß alle hinter einander in gerader Linie lagen. Dieß ließ sich mittelst eines cylindrischen Eisenstabes sehr leicht bewerkstelligen, welcher auch beym Bau der Säule als Regulator diente, und nach vollendetem Baue herausgezogen ward. Es standen nun zwar die Zellen, wenn sie vollgegossen waren, mittelst des kleinen flüssigen Cylinders, welcher die Stelle des Eisenstabes einnahm, unter einander in Verbindung; allein die Wirkung der Säule ward dadurch unendlich wenig geschwächt, besonders da man die Einrichtung so getroffen hatte, daß man statt des Eisendrahtes einen gefirnißten Fischbeinstab in die Reihe der Löcher hineinschob, wodurch die Isolirung der Zellen wieder hergestellet wurde.

Zur Verbindung zweyer Säulen mit einander diente ein Messingstab, an welchem zwey Messingplatten von denselben Dimensionen wie die Zellen, worein sie gesetzt werden sollten, angelöthet waren. Zu Enddrähten, wo-

Digitized by Google

durch die Batterie nach Willkühr geschlossen, und Körper in die Kette derselben gebracht werden konnten, wurden gewöhnlich Platindrähte genommen; diese waren zum Theil wie die vorigen an Messingplatten angelöthet, und zum Theil wurden sie mit ihrem einen Ende in eine mit Quecksilber gefüllte, und an eine der Endplatten angelöthete Metallröhre etwa ein Decimeter tief eingetaucht. Uebrigens wurden die Zellen aus nebenstehenden Tonnen mit Flüssigkeit durch einen bereits angesogenen Heber gefüllt, welches etwa eine Zeit von 2 Minuten erforderte.

Außer diesem großen Zellenapparate hatten die Versuchsanstellen noch mehrere kleinere Apparate dieser Art errichtet, mit welchen man besser und leichter umgehen konnte, als mit jenem großen, und welche besonders mit dazu dienen sollten die Wirkungen der verschiedenen Säulen gehörig zu prüfen und mit einander zu vergleichen.

Die Flüssigkeit, womit die große Batterie gewöhnlich geladen wurde, bestand aus Wasser, worin $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{10}$ Kochsalz aufgelöset, und welchem $\frac{1}{10}$ concentrirte Schwefelsäure zugesetzet war.

Der Schlag, welchen diese große Batterie gab, war unerträglich und selbst gefährlich, wenn man die Hände mit verdünnter Säure oder mit einer Salzauflösung genäßt und sie mit Metallcylindern bewaffnet hatte. Einer von den Versuchsanstellern, welcher einen solchen Schlag erhielt, fühlte ihn 24 Stunden lang, und fühlte während dieser Zeit eine außerordentliche Schwäche in den Armen. Indessen wurde dieser Schlag doch nicht gefühlt, wenn man in der Mitte einer aus 4 oder 5 Personen bestehenden Kette stand; nur diejenigen, welche sich an den Enden derselben befanden, erhielten ihn, und zwar viel stärker in dem Arme und der Hälfte des Körpers, welche der Säule zugewendet war, als in der andern Hälfte des Körpers und dem andern Arme. Dagegen erhielt eine große Menge von Menschen durch eine kleine geladene Leidner Flasche ein jeder einen Schlag, ob sie gleich ungleich weniger Elektricität enthielt, als die große

Digitized by Google

galvanische Batterie. Diese Wirkungen leiteten sie mit Recht von dem Grade der elektrischen Spannung ab, welcher in einer Säule aus 600 Plattenpaaren nur sehr schwach im Vergleich mit der in einer Leidner Flasche ist; außerdem beweisen sie, daß keinesweges eine Circulation der elektrischen Flüssigkeit in der ganzen Kette statt findet, wie dies gewöhnlich in der Franklinschen Theorie behauptet wird.

Uebrigens wurden durch diesen Apparat alle diejenigen chemischen Wirkungen, welche bereits die Herren Wilkinson, Davy und Childern mit ihren großplattigen Apparaten gefunden hatten, wiederholet, und auf eine genügende Art bestätiget. Die dahin gehörigen Artikel werden davon nähere Kenntniß geben.

Hum. Davy hatte seine merkwürdigen Entdeckungen über die Zersetzung der feuerbeständigen Alkalien mit Hülfe der stärksten elektrisch galvanischen Apparate gemacht. Diese waren die Trogapparate der Royal-Institution, welche er mit einander verband. Sie bestehen aus 24 viereckten Plattenpaaren Kupfer und Zink, jede von 12 Zoll Seite, aus 100 Plattenpaaren, jede von 6 Zoll, und aus 150 Plattenpaaren, jede von 4 Zoll Seite; er füllte sie mit Alaunauflösung und verdünnter Salpetersäure. Bey aller Intensität der Wirkung wurde jedoch das Wasser der alkalischen Auflösungen allein angegriffen, und unter Erzeugung großer Hitze und heftigem Aufbrausen entwickelten sich blos Wasserstoffgas und Sauerstoffgas. M. s. d. Art. Laugensalze.

Herr Wilkinson *) gab einen andern Volta'schen Apparat an, welcher folgenden beyden Unbequemlichkeiten, welche noch die gewöhnlichen Trogapparate hatten, abzuhelfen suchte. Bey dem gewöhnlichen Trogapparate sind nämlich die Zellen so enge, daß es schwer hält, die Platten nach dem Gebrauche vom Oxyde zu reinigen, welches nothwendig geschehen muß; überdem ist es auch

*) *Tilloch's* Philos. mag. N. 105 u. Biblior. britan. Jaill. 1808.

Digitized by Google

nicht leicht, die Plattenpaare mit ihren schmalen Seitenflächen an die Seitenwände des Trogs auf eine solche Art anzukitten, daß die Flüssigkeit, welche man in die Zellen gießt, nicht aus einer Zelle in die andere gelangen kann. Herrn Wilkinson's Einrichtung ist daher folgende: sein galvanisch-elektrischer Trog ist parallelepipedisch und von den gewöhnlichen Dimensionen, wird aber durch hölzerne Zwischenwände, welche ½ Zoll von einander entfernet und aufs beste verkittet sind, in einzelne Zellen abgetheilet. Die Zink- und Kupferplatten müssen etwas kleiner als die Zwischenwände seyn. Man läßt je eine Zink- und eine Kupferplatte an die Enden eines Metallbogens anlöthen, der so lang ist, daß sich die Platten in zwey an einander stoßende Zellen hineinschieben lassen. Auf jeden dieser Bogen ist zuoberst ein Ring so angelöthet, daß er, wenn die Platten in die Zellen hineingeschoben sind, senkrecht auf der Axe des Trogs steht, und daß sich dann ein eiserner Stab durch alle Ringe hindurch stecken läßt. Dies geschiehet, wenn man die Platten wieder herausziehen will, um sie vom Oxyd zu reinigen; eine Operation, welche nicht schwierig ist, wenn die Platten aus den Trögen sich herausnehmen lassen.

Bey dieser Einrichtung wird auch die zweyte Fläche jeder Metallplatte, welche bey dem Trogapparate durch das Zusammenlöthen verloren geht, in Wirksamkeit gebracht; überdies gewinnt man bey ihr noch den Theil der Oberfläche, der bey der alten Einrichtung mit Kitt überzogen wird. Es glaubt daher Wilkinson, daß bey dieser Einrichtung ein Apparat aus Platten, welche 4 Zoll ins Gevierte sind, eben so kräftig wirken werde, als ein Trogapparat nach Cruikshanks Einrichtung mit Platten, deren Flächen Quadrate von 6 Zoll Seite sind. Ist der Trog eines solchen Apparats gut gefirnißt, so kann man die Flüssigkeit ohne allen Nachtheil in den Zellen stehen lassen; denn man braucht die Platten nicht eher hineinzuschieben, als bis man denselben gebrauchen will. Das einzige, worauf man dann bey dem Hineinschieben

Digitized by Google

der Platten zu sehen hat, ist, daß dies so geschehe, daß sie in regelmäßig abwechselnder Folge sind, und einander nicht berühren.

Da durch die wichtigen Entdeckungen des Herrn Davy der galvanisch-elektrische Apparat immer mehr als ein mächtiges Instrument für chemische Analysen betrachtet wurde, so konnte es gar nicht fehlen, daß man darauf dachte, wie ein solcher Apparat einzurichten sey, um die möglichst größte Wirkung mit dem geringsten Kostenaufwande hervorzubringen. Zu diesem Zwecke ließ sich Hr. Children *) einen elektromotorischen Apparat aus 20 Paaren Zink- und Kupferplatten, jede 4 Fuß hoch und 2 Fuß breit machen, deren gesammte Oberfläche also 92160 Quadratzoll beträgt, die einzelne Platte an jedem Ende der Batterie nicht mit gerechnet. Je zwey Platten Zink und Kupfer sind durch breite Streifen Bley verbunden, welche oben an jedes Plattenpaar angelöthet sind. Der Trog besteht aus Holz; eben daraus bestehen die Zwischenwände, und alles ist aufs beste mit Firniß versehen, so daß die Flüssigkeit nicht aus der einen Zelle in die andere treten kann. Es war also dieser Apparat ein Wilkinson'scher trogartiger Becherapparat. In die Zellen wurde eine Mischung aus $\frac{1}{4}$ Theilen rauchenden Salpetergeist, $\frac{1}{4}$ Schwefelsäure und 30 Theilen Wasser gegossen; von dieser Flüssigkeit gebrauchte man zum Füllen des Apparats 120 Gallons (13¾ Paris. Cubikfuß). Um eine möglichst genaue Vergleichung über die Wirkung und die Kraft der Elektricität in galvanischen Elektromotoren anzustellen, hatte er noch einen andern elektrischen Apparat eingerichtet, welcher von dem vorigen in Größe und Anzahl der Platten sehr abwich. Diese zweyte Säule war ein Volta'scher Becherapparat aus 200 Plattenpaaren, jede 2 Zoll ins Gevierte mit Gefäßen von gewöhnlichem Pfeiffenthone, welche ½ Pinte (12 Paris. Cubikzoll) faßten. Uebrigens wurden sie alle derselben Flüssigkeit gefüllt, welche in er-

*) Philosoph. Transact. for 1809.

sterer Batterie gebraucht worden war, nachdem man ihr ein wenig Schwefelsäure zugesetzet hatte.

Diese beyden galvanischen Säulenapparate bestätigten in Hinsicht der Stärke elektrisch-chemischer Wirkungen das bereits vom Herrn Ritter bemerkte Gesetz, daß sie mit der Quadratfläche der Metallplatten, die Intensität der Elektricität aber mit der Zahl der Plattenpaare wachse. Ueberdies zeigten auch seine Versuche mit diesen beyden Apparaten, daß die Wirkung des kleinplattigen Apparats von längerer Dauer sey, als sein großer Apparat. Er zieht hieraus die Folge, daß es großen Vortheil bringe, wenn die Zellen eine verhältnißmäßig bedeutendere Menge der Flüssigkeit in sich aufnehmen könnten; denn man brauche sich alsdann die Mühe nicht zu geben, sie häufig auszuleeren und wieder zu füllen, wenn man eine Operation anhaltend fortsetzen wolle.

Endlich führt Herr Children noch an, daß in Apparaten, die aus einer sehr großen Menge von Plattenpaaren bestehen, jedes Paar Platten von dem andern um eine nicht zu kleine Entfernung abstehen müsse, damit man die Selbstentladungen vermeide, welche ohne diese Vorsicht nicht selten und mit einem lebhaften Blitze erfolgten, wie er dies bey einem Apparate von 1250 vierzölligen Platten erfahren habe, die nach der neuern Art eingerichtet gewesen wären. Uebrigens erhelle aus seinen Versuchen, daß die absolute Wirkung einer Volta'schen Säule im zusammengesetzten Verhältnisse der Zahl und der Größe der Platten stehe. Bey der Wahl einer Batterie müsse man folglich auf den Zweck sehen, zu welchem man sie bestimme. Zu Versuchen über vollkommene Leiter seyen sehr große Oberflächen zu wählen, und wahrscheinlich reiche eine geringe Zahl sehr großer Platten zu der bezweckten Wirkung hin. Wolle man dagegen den Widerstand überwinden, den schlechte Leiter der Elektricität leisteten, so müsse man einen Apparat aus sehr viel mehr Platten von kleinerer Oberfläche anwenden. Wolle

Digitized by Google

man zugleich Größe und Intensität der Elektricität haben, so müsse man große Platten in größerer Anzahl nehmen.

Was die beyden üblichsten Methoden betreffe, die Zink- und Kupferplatten mit einander zu verbinden: daß man sie entweder blos in einem Punkte vereinige, oder daß man die eine Oberfläche der Zinkplatte in ihrer ganzen Ausdehnung auf eine Oberfläche der Kupferplatte löthe, und sie dann in einen Trog einkitte; so sey von diesen beyden Methoden die erste weit vorzüglicher. Denn bey ihr lasse sich der Apparat viel leichter reinigen und wiederherstellen, und man bringe dabey eine doppelt so große Oberfläche in den Versuch. Zu den Zwischenwänden der Zellen des Trogs scheine Glas der schicklichste Körper zu seyn, indem er am vollkommensten isolire. Den sichersten Trog erhalte man aber, wenn man ihn aus Wegdwood'scher Masse aus einem Stücke brennen lasse.

Nach der Zeit hat Herr Children [4]) eine Batterie aus noch größern Platten eingerichtet, und damit eine Reihe merkwürdiger Versuche angestellet. Die Zink- und Kupferplatten, aus welchen diese Batterie bestehet, sind jede 6 engl. Fuß lang und 2 Fuß 8 Zoll breit, und besitzen also 32 Quadratfuß Oberfläche. Die Zink- und Kupferplatten jedes Plattenpaars sind mit einander durch einen Streifen Bley verbunden, und alle Platten sind in bekannter Folge an einen festen hölzernen Rahmen gebunden, der an Saiten und Rollen hängt und durch Gegengewichte im Gleichgewicht erhalten wird, daher er sich leicht herab- und heraufbewegen läßt, so daß man die Platten nach Willkühr in die Säure herablassen, oder sie aus ihr wieder herausziehen kann. Diese Batterie entsprach ihm aber seiner Erwartung nicht. Durch einen Rath des Herrn D. Wollaston erhöhete er die Wirkung dieser Batterie dadurch außerordentlich, daß er jedes Plattenpaar noch mit einer zweyten Kupferplatte versah, so daß nun zu jeder Zelle des Trogs eine Zinkplatte und

4) Philosoph. Transact. for 1815. P. II. p. 565. ff.

Digitized by Google

zwey Kupferplatten gehalten, und unmittelst jedalber beyden Oberflächen einer Zinkfläche einer Kupferplatte gegenüber stand.

Die Batterie bestehet aus 11 Zellen, welche zusammengenommen 9 1/2 Gallonen fassen. An jedem Pole der Batterie ist eine Röhre aus Blei von 3/4 Zoll Durchmesser gelöthet, deren anderes Ende in ein Gefäß mit Quecksilber herabgehet. An jedem Ende des Troges steht eins dieser Gefäße, und das Quecksilber in beyden wird in leitende Verbindung gesetzet, wenn man die Batterie schließen will.

Die erste Reihe der Versuche, welche Herr Childern mit dieser mächtigen Batterie anstellte, betraf die Reihenfolge, in welcher die verschiedenen Metalle in dem Kreise der elektrischen Säule leichter oder schwerer glühend werden. Zu dieser Absicht nahm er zu jedem Versuche zwey Drähte aus verschiedenen Metallen von gleichem Durchmesser und gleicher Länge. Den einen setzte er mit dem Quecksilber an dem positiven, den andern mit dem Quecksilber an dem negativen Pole der Batterie in Berührung, und hieng dann die beyden Enden derselben, die er umgebogen hatte, in einander, so daß die Drähte eine zusammenhangende Leitung bildeten. Jeder Draht war 3 Zoll lang und 1/36 Zoll dick. Die Batterie wurde bey diesen Versuchen nur mäßig erreget, indem er in die Zellen eine Flüssigkeit goß, welche 40 Theile Wasser und 1 Theil Säure enthielt. Die Resultate seiner Versuche waren folgende:

Platin glühete, indem der gegenstehende Golddraht unverändert blieb; Gold glühete, das Silber zeigte sich eben unverändert; Gold und Kupfer glüheten beyde roth, ohne eine Verschiedenheit wahrzunehmen; Eisen glühete, während das Gold unverändert blieb; Eisen glühete im Augenblicke der Berührung nahe am Pole der Batterie, hiernächst kam der gegenstehende Platindraht in seiner ganzen Länge zum Glühen; endlich erhitzte sich das Eisen stärker als das Platin, und das Glühen des letztern nahm an Stärke ab. Platin und Zink;

Digitized by Google

ersteres glühete nicht, aber der Zink, welcher nahe am Punkte der Berührung schmelzte; in einem zweyten Versuche schmelzte der Zink nicht, obgleich das Platin, wie zuvor, glühend wurde. Eisen und Zink; das Eisen glühete, letzteres kam nicht in Fluß. Platin und Bley; das Bley schmelzte im Punkte der Berührung, aber keines von beyden kam zum Glühen. Platin und Zinn; hier fand dasselbe statt, was beym Platin und Bley sich ereignete. Silber und Zink; der Zink kam zum Glühen, ehe er schmelzte, während das Silber dunkel blieb.

Wurde die Batterie mit mehreren Paaren solcher Drähte zugleich geschlossen, so erhielt er immer den vorigen ganz ähnliche Resultate. Auch war der Erfolg in allen Versuchen derselbe, man mochte mit dem positiven Pole der Batterie den einen oder den andern der beyden Drähte in Berührung bringen.

Wurden die beyden Pole der Batterie genau mit einander verbunden, so war nun die Kette vollkommen geschlossen, und man nahm weder Glühung, noch Wärmung, noch chemische Wirkung wahr.

Wurde die Batterie mit zwey gleich langen, aber ungleich dicken Platindrähten geschlossen, von welchen der eine $\frac{1}{30}$, der andere $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmesser hatte, so kam der dickere Draht zum Glühen, wahrscheinlich weil er eine größere Menge von Elektricität aufzunehmen, und dagegen verhältnißmäßig von seiner Oberfläche in gleicher Zeit weniger Wärme zu entlassen im Stande war. Als aber beyde Drähte zu einem Leiter verbunden wurden, kehrte die Ordnung des Glühens um.

Folgende Versuche hatte Herr Children mit der Batterie bey einem sehr hohen Grade von Erregung angestellt, und er betrachtet sie als die größte Wirkung darstellend, welche mit derselben zu erreichen ist, indem er von Zeit zu Zeit Säure nachgoß, so daß bey der größten Menge derselben sie ungefähr $\frac{1}{20}$ der Flüssigkeit betragen mochte. Dabey hatte er auch gefunden, daß Salpetersäure und Schwefelsäure mit einander vermischt die bedeu-

Digitized by Google

tendsten und am längsten dauernden Wirkungen hervorbrachten.

Ein Platindraht von 5½ Fuß Länge und 0,11 Zoll Dicke wurde in seiner ganzen Länge bey vollem Tageslichte roth glühend; so wie ein 8½ Fuß langer und 0,44 Zoll dicker Platindraht. Ein viereckiges Platinstäbchen ⅛ Zoll ins Gevierte und 2½ Zoll lang glühete roth und schmelzte zuletzt, und ein cylindrisches Platinstäbchen 0,276 Zoll dick und 2½ Zoll lang wurde in seiner ganzen Länge weißglühend. Sehr dünne Streifen Holzkohle wurden mittelst der Batterie in sehr starken Rothglühen in Chlorgas, so wie auch in Stickgas gebracht, weder die Kohle noch das Gas erlitt davon irgend eine Aenderung.

Jetzt versuchte auch Herr Children die Wirkung der Batterie auf sehr schmelzbare Körper. Jeden dieser Körper brachte er in eine kleine Vertiefung eines Stückchens gut gebrannter Kohle, welches auf dem Quecksilber in einem Gefäße schwamm, und schloß dann die Kette der Batterie mit einem zweyten Stück Kohle, welches durch dicken Kupferdraht mit dem andern Quecksilbergefäß in leitende Verbindung gebracht war. Jedes der Metalloxyde, womit der Versuch angestellet wurde, war zuvor in einem guten Ofen stark geglühet worden.

Scheeloxyd schmelzte und bildete zum Theil einen metallischglänzenden, gräulichweißen, dichten und sehr brüchigen Körper; von Tantaloxyd schmelzte nur eine sehr kleine Menge in röthlichgelben und ausnehmend brüchigen Körnern; Uranoxyd wurde gänzlich geschmolzen, aber ohne Metallglanz zu zeigen; eben so verhielt sich auch Titanoxyd, welches, wenn es stark erhitzt wurde, wie das Eisen unter Aussprühen glänzender Funken brannte; Ceriumoxyd schmelzte und brannte, als es heftig erhitzt war, mit einer großen, lebhaften, weißen Flamme und verflüchtigte zum Theil, erhielt aber keinen Metallglanz. Als das geschmolzene Oxyd einige Stunden lang der Luft ausgesetzet war, verwandelte es sich in ein hellbraunes Pulver, welches eine Menge kleiner Theilchen von Silber-

Digitized by Google

glanz erhielt, und einen dem Phosphor-Wasserstoffgas ähnlichen Geruch aushauchte. Molybdänoxyd schmelzte und reducirte sich leicht; das Metall ist sehr brüchig von stahlgrauer Farbe, und überzieht sich bald mit einer dünnen Lage purpurfarbenen Oxyds, das aus Iridium und Osmium zusammengesetzte Metall schmelzte zu einem Kügelchen; reines Iridium schmelzte zu einer unvollkommenen Kugel, welche noch einige kleine Höhlungen enthielt; das Metall ist sehr glänzend, und das specifische Gewicht betrug in dem Zustande, worin Herr Childern es erhalten hatte, 18,68, welches aber wegen der Porosität des Kügelchens zu geringe ist. Rubin und Sapphir schmelzten nicht; blauer Spinell verwandelte sich in eine Schlacke; Talkerde backte zusammen; Norweg'scher Zirkon erlitt eine unvollkommene Schmelzung; Quarz, Kieselschiefer und Reißbley blieben unverändert, und Gadolinit schmelzte zu einem Kügelchen.

Nun suchte auch Herr Childern eine Gewißheit zu erhalten, ob sich nicht eine Verschiedenheit in dem Grade der Hitze entdecken lasse, welche an dem einen und welche an dem andern Pole der Batterie entsteht, und zwar mit Hülfe gleicher abgewogener Quecksilbermengen, welche sich in zwey kleinen Schalen aus gebranntem Thon, die eine an dem einen, die andere an dem zweyten Pole der Batterie befanden. Das Quecksilber beyder Schalen verband er durch einen Platindraht, dessen Länge und Dicke so gewählt worden war, daß die Batterie ihn immerfort im Glühen erhielt. Nach 20 Minuten hatte das mit dem Zinkende der Batterie verbundene Quecksilber eine Temperatur von 121°, und das mit dem Kupferende der Batterie verbundene eine Temperatur von 112° Fahr. angenommen.

Mit dieser Batterie konnte Herr Childern keine Leidner Flasche auch nicht im geringsten Grade laden, wenn auch die Batterie die größte Wirksamkeit besaß.

Als Childern in einem andern Versuche alle Zinkplatten der Batterie von den Kupferplatten dadurch

Digitized by Google

trennte, daß er die Bleystreifen zerschnitt, durch welche sie mit einander verbunden waren, sodann alle Zinkplatten durch andere Bleystreifen mit einander verband, und eben so mit den Kupferplatten verfuhr, und dadurch die ganze Batterie in ein großes Zinkkupferplattenpaar von 1344 Quadratfuß Oberfläche verwandelte, brachte diese große einfache galvanische Kette, nachdem die Platten zuvor über die Säure, ohne sie zu berühren, aufgehängt, und beyder Riesenplatten Oberflächen durch einen $\frac{1}{3000}$ Zoll dicken und ohngefähr $\frac{1}{30}$ Zoll langen Platindraht verbunden worden waren, als sie im Dunkeln die Säure hinabgelassen wurde, am Platin keine Spur von Glühung hervor, während doch in einer anderen, von Wollaston erfundenen Vorrichtung, mit 48384mal kleinern Platten anhaltendes Glühen erfolgte.

Herr Wollaston *) hatte in einem Briefe an Herrn Thompson einen möglichst einfachen und wenigsten Raum einnehmenden Apparat beschrieben, welcher besonders das Glühen der Metalldrähte sichtbar zu machen vermochte. Er war der Meinung, daß das Glühen der Metalldrähte eine außerordentlich belehrende Anzeige der großen Menge von Electricität sey, welche sich während des Auflösens der Metalle entwickele. Zu diesem Ende habe er eine Reihe von Versuchen angestellt, um jenen Apparat aufzufinden. Diese Versuche hatten ihn belehret, daß eine Zinkplatte, welche auf jeder Seite 1 Quadratzoll große Oberfläche hat, bey gehöriger Einrichtung mehr als hinreicht, einen Platindraht von ungefähr $\frac{1}{3000}$ Zoll Durchmesser zum Glühen zu bringen, selbst dann noch, wenn die Säure mit Wasser verdünnt ist. Wesentlich nöthig sey es aber zu diesem Erfolg, daß sich den beyden Zinkflächen gegenüber mit ihnen gleich große Flächen von Kupfer oder einem andern Metall befinden; denn wenn nur der einen Zinkfläche eine Zinkplatte gegenüberstehe, so gehe die Wirkung der andern Zinkfläche fast

*) Thompson, annals of philosophy. Jahrg. 1815.

Digitized by Google

ganz verloren. Hiernach bestand Herrn Wollaston's kleinster Apparat aus einem silbernen oder kupfernen Fingerhute, aus welchem der Boden herausgenommen, und dann platt geklopfet war (Fig. 19.) BCED, so daß die beyden gegenüberstehenden Wände desselben nur ungefähr noch um 2 Linien von einander entfernet waren. Unten war die Länge DE ungefähr 1 Zoll, oben die Länge BC $\frac{8}{10}$ Zoll, und die Höhe betrug nicht über $\frac{1}{10}$ Zoll, daher eine Zinkplatte, welche bestimmt war, in den abgeplatteten Fingerhut hineingeschoben zu werden, nicht ganz eine Größe von $\frac{3}{4}$ Quadratzoll haben durfte. Ehe die Zinkplatte Z hineingeschoben wurde, wurden an selbige mehrere feine Drähte zur Hervorbringung des galvanischen Kreises angelöthet, und die Ränder derselben mit Siegellack versehen, welches nicht allein machte, daß die beyden Metalle sich in diesem Theile ihrer Oberflächen nicht berühren konnten, sondern auch dazu diente, die Zinkplatte in ihrer Lage zu befestigen, indem der abgeplattete Fingerhut so stark erhitzt wurde, daß das Siegellack schmelzen mußte.

An die beyden Ecken des obern Randes des abgeplatteten Fingerhutes wurde ein hinlänglich dicker und gehörig gebogener Draht BAC mit seinen beyden Enden angelöthet. Dieser diente sowohl als Handhabe oder Henkel für den Apparat, der während des Versuchs bey diesem Drahte gehalten wurde, als auch als Gestell, an welches sich die von der Zinkplatte ausgehenden Drähte ZA fest machen ließen.

Die leitenden Drähte bestanden erstlich aus zwey Platindrähten von $\frac{1}{40}$ Zoll Durchmesser, jeder 1 Zoll lang, und zweytens aus dem höchst feinen Verbindungsdrahte. Jene beyden Verbindungsdrähte wurden an zwey verschiedenen Stellen durch Glaskügelchen so an einander befestiget, daß von jedem das eine Ende mit der Mitte des andern durch Glas zusammenhieng, und darauf wurden sie verzinnt sowohl an ihren Enden, um mit ihnen an die Zinkplatte und an den zum Griff dienenden Silberdraht angelöthet zu werden, als auch an den

Digitized by Google

Theil, der um ihre Mitte parallel neben einander lag, und wo der feine Verbindungsdraht angebracht werden sollte. Dieser feine Verbindungsdraht bestand aus einem Silberdraht, der in seiner Axe einen äußerst feinen Platindraht besaß. In der Mitte wurde ein Theil davon 1 Zoll lang gekrümmt, welcher sich in verdünntes Scheidewasser eintauchen ließ; dies fraß das Silber weg, und ließ das Platin unbekleidet zurück. Das Silber, welches an den beyden Enden zurückblieb, diente dazu, den feinen Platindraht queer über die beyden dickern Platindrähte, an welche er angelöthet werden sollte, straff anzuziehen.

Die Säure, in welche dieser Apparat bis beynahe an den obern Rand BC getauchet wurde, besteht aus 1 Maaß Schwefelsäure und 50 Maaß Wasser. Sogleich, als der Apparat eingetauchet ward, glühete der feine Platindraht und zwar mehrere Sekunden lang, so daß man ein Zündhölzchen oder Schwamm darin anzünden kann. Herr **Wollaston** glaubt hieraus schließen zu können, daß diese Erscheinung nicht von der bloßen Berührung abhange, indem man sonst nur einen einzigen sogleich wieder verschwindenden Funken sehen müßte.

Diese kleine Vorrichtung des Herrn **Wollaston** weicht von der des Herrn **Children's** darin ab, daß in des erstern Apparat sich der feine Platindraht zwischen zwey dickern Drähten befindet, daß die Zinkplatte von beyden Seiten mit einer noch einmal so großen Silberfläche umgränzt ist, und daß zwischen den Gegenflächen beyder Metalle nur eine sehr dünne Säureflüssigkeits-Schichte liegt. Uebrigens s. m. d. Artikel: **Galvinismus.**

Während die Physiker sich mit Aufbauung und Wirkung großer galvanischer nasser Apparate beschäftigten, gelang es endlich auch den Herren de **Luc** in England und **Zamboni** in Italien sogenannte trockene Säulen von großer Wirkung zu Stande zu bringen. Herr de Luc *)

*) **Nicholson's** Journal n. 117. u. f. im Auszuge in der Bibliotheque Britann. 1811. Vol. 47. und frey übers. in Gilbert's Annalen. B. XLIX. S. 100 u. f.

Digitized by Google

bemühete sich, Säulen aus zwey Metallen und einem trockenen, möglichst guten, nicht metallischen Leiter aufzufinden. Er wählte anfänglich dazu gewöhnliches Schreibpapier, und leimte selbiges in seiner Zink-Silber-Säule auf die Metalle, um eine genaue Berührung damit zu erhalten, zuerst auf beyde Metalle, nachher aber nur auf eins; dabey wollte er nun gefunden haben, daß der Durchgang der elektrischen Flüssigkeit erleichtert werde, wenn die Papierscheibe auf die negative, dagegen erschwert, wenn sie auf die positive Metallscheibe aufgeleimet werde. Eine Säule aus 20 Gruppen Zink, Silber und losem Papier gab mittelst des Condensators, wenn das andere Ende leitend berühret wurde, nur 0″, 35 Divergenz; nachdem aber das Papier auf die Silberscheiben geleimet war, schlugen die Goldblättchen an. Diese und mehrere Versuche dieser Art gaben dem Herrn de Luc die Veranlassung, statt der negativen mit Papier beklebten Metallplatte, Scheiben aus Goldpapier zu wählen; und er behauptet von einer Säule aus 76 Paaren Zink und Goldpapier stärkere elektrische Divergenzen, als von einer Säule aus 76 Gruppen Zink, Kupfer und einem feuchten Leiter, erhalten zu haben. In der Meinung, nunmehr im Besitze eines neuen galvanischen Apparats ohne Oxydation und von nie aufhörender Wirksamkeit zu seyn, suchte Herr de Luc im Großen Versuche anzustellen. Er reihete daher rosenkranzartig Scheiben aus Goldblattpapier und verzinntem Eisenbleche über einander an eine seidene Schnur, und errichtete so in zwey Schenkeln eine Säule von 800 Paaren. Diese gab eine mächtigere elektrische Spannung, als er noch an irgend einer feuchten Säule gesehen hatte, und zeigte dennoch in den Gasröhren nicht die geringste Spur einer chemischen Wirkung. Dagegen glaubte er zu bemerken, daß er an diesem neuen Apparate ein neues und sehr nützliches meteorologisches Instrument besitze.

Mehrere Wochen hindurch beobachtete er diese Säule, und nahm an ihr Folgendes wahr: 1. für Goldblatt-Elek-

Digitized by Google

trometer wurde in ihr zu viel Elektricität erreget, indem sie die Goldblättchen immer weiter aus einander trieb, bis eins an den Stanniolstreifen des Elektrometer anschlug; augenblicklich sank es zurück, kam aber bald darauf wieder zum Anschlagen. In dem Momente des Anschlagens wird der Pol, zu welchem das Elektrometer gehöret, mit der Erde in leitende Verbindung und auf Null gebracht, dadurch nahm die Elektricität des entgegengesetzten Pols zu, und daher fand das Anschlagen mannichmal abwechselnd an den beyden Enden der Säule statt. 2. Zuweilen that es jedoch einen oder zwey Tage über nur an dem einen, und wenn der Zustand der Atmosphäre sich änderte, nur an dem andern Pole ein. 3. Mannichmal schlug das Goldblättchen in jeder Sekunde, manchmal kaum in jeder Minute einmal. 4. Wenn das Anschlagen mehrere Tage lang beynahe gleichförmig fortgieng, pflegte es von Morgen an bis zu einer gewissen Stunde Nachmittags zuzunehmen, dann aber bis am Abend wieder abzunehmen. 5. Wurde einer der Pole leitend berühret, so sanken die Goldblättchen an ihm zusammen, und schlugen an dem entgegengesetzten häufiger an. Berührte man darauf auch diesen Pol, so nahm die Elektricität an dem erstern nicht immer um eben so viel und eben so schnell zu. 6. Im Winter 1808, als Herr de Luc diese Beobachtungen anfieng, geschah das Anschlagen sehr häufig; als aber das Frühjahr kam, und, wie er vermuthet, nach Maasgabe als die Vegetation vor sich gieng, nahm es ab, und die Berührung eines dieser Pole bewirkte nun nicht mehr dieselben Veränderungen. 7. Weder der Thermometer-, noch der Hygrometer-, noch der Barometerstand schienen Einfluß auf die Veränderungen zu haben. Die beyden erstern veränderten sich während der Zeit dieser Beobachtungen nur wenig.

Herr de Luc hält sich durch diese Thatsachen für berechtiget, die Veränderungen in den elektrischen Erscheinungen seiner Säule den Veränderungen in dem elektrischen Zustande der umgebenden Luft, und die Verschieden-

Digitized by Google

heit in dem Erfolg bey leitender Berührung eines Pols, den Schwingungen zuzuschreiben, welche zwischen dem elektrischen Zustande der Erde und dem der Luft vor sich gehen.

Wenn ein Goldblättchen wiederholt an das innere Beleg des Elektrometers angeschlagen hatte, blieb es zuletzt gewöhnlich an demselben hangen; das Elektrometer des andern Pols kam dann in Bewegung, das Goldblättchen blieb aber auch hier zuletzt an den Wänden hängen, und dann war die Kette der Säule geschlossen. Um dies Hinderniß zu entfernen, wollte Herr de Luc diese Säule so verstärken, daß sie Elektroskope mit kleinen Metallkugeln zum Divergiren brächte. Hiebey kam es nun auf die beyden Fragen an, mußte eine Vergrößerung der Oberfläche der Platten, oder eine Vermehrung der Zahl der Plattenpaare statt finden? Um sich hierüber durch einige Versuche zu belehren, bauet er drey Säulen aus 10 Plattenpaaren verzinntem Eisenblech und Goldpapier auf, die eine aus viereckigten Platten von 4 Zoll Seite, die zweyte aus Scheiben von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, und die dritte aus seinen gewöhnlichen Scheiben von 1,6 Zoll Durchmesser. Herr de Luc wollte gefunden haben, daß die elektroskopische Wirkung der großplattigen Säule immer merklich geringer, als die der andern Säulen gewesen, daß also für die Größe der elektroskopischen Divergenz die Größe der Platten gleichgültig sey; daß aber die Häufigkeit des Anschlagens der kleinen elektroskopischen Pendel, und die Intensität der Wirkungen beym Schließen der Kette, bey gleicher Zahl von Plattenpaaren mit der Größe der Oberfläche zunehme.

Besonders auffallend war Herrn de Luc die außerordentliche Langsamkeit, mit welcher die eigentliche elektrometrische Wirkung in seiner trockenen Säule vor sich gieng, während, wenn man blos ihre Leitungsfähigkeit in Anspruch nahm, sie die Elektricität sehr schnell durch sich hindurchließ. Der geringste Grad von Elektricität, den ein isolirter, positiv oder negativ elektrisirter Körper

Digitized by Google

dem einen Ende der Säule mittheilte, äußerte sich augenblicklich am andern Ende, war er nur so stark, die Goldblättchen zum Divergiren zu bringen. Wurde dagegen, wenn beyde Elektrometer an den Enden der Säule gleich divergirten, das eine mit dem Finger berühret, so daß die Blättchen desselben zusammenfielen, und die Goldblättchen das andere stärker divergirten, so vergieng mannichmal eine geraume Zeit, ehe die Blättchen des erstern wieder zu ihrer vorigen Divergenz kamen. So langsam pflanzt sich die in diesem Apparate entwickelte elektrische Flüssigkeit durch denselben fort.

Um seine rosenkranzartigen trockenen Säulen gegen Staub zu verwahren, hieng sie Herr de Luc in Glasröhren, so daß sie die Wände derselben nicht berührten. Jede solche aus 140 Scheiben bestehende Säule wirkte unmittelbar auf das Goldblattelektrometer, und ihre Wirkung verdoppelte sich, wenn er zwey verband. Späterhin nahm er bey derselben Construktion Zinkscheiben statt der Scheiben aus Eisenblech, machte die Rosenkränze viel länger, hieng sie mittelst seidner Schnüre an die Decke, und verband ihre Enden durch Drähte mit Elektroskopen, welche zwey hangende Metallkügelchen enthielten. Diese Einrichtung hatte seine Säule im Jahre 1808. Er machte sie der königl. Societät am 7ten May 1809 bekannt, und in einer andern Abhandlung bildet er seinen neuen Apparat so ab, wie ihn die Fig. 20. vorstellet.

Zwey massive mit Firniß überzogene Glasstäbe 1, 1, welche auf dem Fußbrette 2, 2 fest aufgeschrauber sind, durch Schrauben, die von unten her fassen, tragen die horizontal liegende trockene elektrische Säule AB, welche sich zwischen drey, heiß mit Siegellack überzogenen Glasstäben und den beyden Messingscheiben A, B befindet. Die Glasstäbe sind mit Siegellack in diese Scheiben eingekittet, und an diesen sitzt unten ein Stift, der gedrängt in ein Loch der Messingkappen der Glassäulen 1, 1 paßt. Die Säule besteht aus 600 Paar Scheiben Zink und Goldpapier von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Alle Goldpapier-

Digitized by Google

scheiben sind mit der Kupferseite nach A, mit der Papierseite nach B zu gewendet; daher ist A der positive (oder Zink-) Pol, und B der negative (oder Kupfer-) Pol der Säule. Die in Ringe sich endigenden Schrauben dienen die Scheiben an einander zu drucken und Messingdrähte zur Verbindung der Säule mit den Elektroskopen aufzunehmen, wie dies die Figur zeiget. Gewöhnlich werden die Goldblättchen von der Säule bis zum Anschlagen aus einander getrieben; die folgenden Versuche wurden an Tagen schwacher Elektricität, oder mit kleinern Säulen von 200 Paaren angestellet.

Divergiren beyde Elektrometer gleich stark, und man legt den Finger auf die Deckplatte des einen, so sinkt dieses zusammen, und das andere kommt allmählig bis zur doppelten Divergenz. Nimmt man dann den Finger weg, und überläßt die Säule sich selbst, so geht mannichmal eine halbe, ja selbst eine Stunde hin, bis beyde Elektrometer wieder zu ihrer anfänglichen Divergenz kommen. Und doch wirkt Berührung mit einem isolirten positiv oder negativ elektrischen Körper augenblicklich auf das Elektrometer des entgegengesetzten Endes. Faßt man beyde Elektrometer mit den Fingern an, und hebt diese Berührung zugleich auf, so kommen sie schnell zu ihrem anfänglichen Zustand.

In der Mitte der Säule befindet sich noch eine Messingscheibe C, und unter ihr ein drittes Elektrometer. Dieses läßt sich durch den eingehakten Messingdraht 4 mit ihr, oder durch einen biegsamen leiter mit isolirender Handhabe, den man nach Belieben krümmet, mit jeder andern Scheibe der Säule leitend verbinden. Besteht die erstere Verbindung und divergiren die beyden Elektrometer in A und B gleich stark, so ist das in C ohne Divergenz. Berührt man nun B mit dem Finger, so kommt C zu derselben positiven Divergenz, welche A hatte, und A zur doppelten. Dem ähnlich ist die Wirkung, wenn A leitend berühret wird. Befindet sich die Säule in einem Zustande, daß die Elektrometer an den Enden abwechselnd

Digitized by Google

zum Anschlagen kommen, so zeigt sich im Innern der Säule am Elektrometer C eine Art von elektrischer Ebbe und Fluth; hängt das Goldblatt des — Elektrometers an, und das des + Elektrometers stößt wiederholt an, so sinken die Blättchen der mittleren etwas zusammen bey jedem Anschlagen, und gehn dann wieder weiter aus einander.

Die gewöhnliche Säule zeigt zwar, nach Herrn de Luc, diese Erscheinungen ebenfalls, aber auf eine weniger elegante und dauernde Art, weil sich die Metalle oxydiren. Seine Säule sey daher die wahre Elektrisirmaschine der Säule Volta's.

Die Säule hat an ihren Enden zwey messingene Haken 3, 6, die 1 Zoll weit vorspringen. In diese läßt sich der Apparat zur Wasserzersetzung einhängen, wie solches die Figur zeiget. Der lange Draht 8 hängt an einem seidenen Faden, der über die Rolle 10 geht, und in der Pincette 11 befestiget ist; in dieser Lage bewirkt die Gegenwart der Glasröhre voll Wasser nicht die geringste Veränderung in der Divergenz der Elektrometer. Läßt man aber den Seidenfaden nach, so daß die beyden Drähte 7 und 5 sich in einander haken, so strömt die Elektricität mit solcher Geschwindigkeit durch die Wasserröhre von A nach B, daß beyde Elektroskope im Augenblicke zusammenfallen, und nicht eher wieder aus einander gehen, als bis man die Schnur wieder anzieht, und den Haken 7 aus dem 5 heraushebt. Nach Herrn de Luc soll daraus folgen, daß die Wasserröhre als bloßer Leiter so gut wirke, als ein metallischer Leiter; und doch geht in ihr keine Wasserzersetzung vor, da alle chemische Wirkung ausbleibt, wenn die Säule ohne Oxydirung ist.

Herr de Luc hält seine Säule besonders geeignet, das Leitungsvermögen verschiedener Körper, wovon man Streifen oder Stäbe haben kann, zu erforschen. Man legt die Streifen auf die beyden im Fußgestell angebrachten messingenen Haken 12, 12, um ihnen alle Elektricität zu benehmen; hebt sie dann mittelst zweyer gesirnißter

Digitized by Google

Glasstäbe isolirt auf, und legt sie auf die Haken 5, 6. Hier schließen sie die Säule, und aus dem Verhalten der Elektrometer läßt sich auf ihr Leitungsvermögen schließen.

Anfänglich hatte de Luc seine Säule in drey Theile getheilet, jede von 200 Paaren. Alle drey zeigten einerley Spannung. Als er die positiven Enden aller drey mit demselben Elektrometer verband, nahm die Spannung nicht zu. Als er aber eine an die andere hieng, wurden die Goldblätzchen bis zum Anschlagen aus einander getrieben. Zuletzt blieben sie oft an den Zinnstreifen hängen und dies bestimmte ihn, die Kraft der Säule durch Vereinigung aller drey in eine Säule von 600 Paaren so zu verstärken, daß eine kleine an einem seidenen Faden hangende Goldkugel, wenn sie sich zwischen zwey mit den Polen verbundenen und in Kugeln sich endigenden Messingdrähten befand, von diesen Messingkugeln abwechselnd angezogen und wieder abgestoßen wurde. Allein brachte er die beyden Kugeln einander zu nahe, so gieng das Goldkügelchen so schnell zwischen ihnen hin und her, daß sich das Anschlagen nicht zählen ließ, und entfernte er sie weiter, so blieb das Kügelchen oft Stunden lang ruhig, wenn es von beyden Metallkugeln gleich stark angezogen wurde, oder hieng sich an die eine an. Ueberzeugt hiervon, daß die Goldkugel nicht isolirt seyn dürfe, hieng er sie an einem dünnen Drahte dicht neben der Kugel des positiven Pols auf, und stellte ihr eine Messingkugel gegenüber, die er anfangs mit dem Boden, späterhin aber bald mit dem Boden, bald mit dem negativen Pole verband.

Auf das $1\frac{1}{2}$ Zoll weit vorspringende Stück 13 der Messingkappe der Glassäule, welche das positive Ende A der Säule trägt, ist ein anderes Messingstück aufgeschraubt, an dessen Seite sich eine Dille 14 senkrecht befindet, durch die gedrängt ein Messingstab geht, welcher an seinem untern Ende eine vor und zurück, herauf und herab zu bewegende große messingene Kugel 15, und am obern Ende einen horizontalen in den Ring 16 sich endigenden Arm trägt,

Digitized by Google

von welchem an einem feinen Silberfaden die kleine goldene Kugel 17 so herabhängt, daß sie die große beynahe berühret. Auf dem Schieber 19, 19, der sich zwischen den Stiften 20, 20, vor- und rückwärts bewegen läßt, stehn zwey kleine Isolirfüße 27, 27, und tragen eine Messingplatte 28, auf deren vorderm Ende sich die zweyte große Messingkugel 18 dem Goldkügelchen gegenüber befindet. Auf dem hintern Theile dieser Platte ist eine Feder von Messing 23, und ein senkrecht stehender Streifen von Messing 25 angebracht, die beyde durch zwey Schrauben auf die Platte aufgeschraubt, und hier ½ Zoll breit sind. Die Feder läuft nach vorn schwächer zu, und endiget sich in einen Bogen 22, dessen Sehne 21, aus einem Silberdraht besteht, gegen den der Silberfaden der Goldkugel 17 schlägt, wenn sich dieselbe der Kugel 18 nähert, und zwar, bevor sie sie berühret. Die dazu erforderliche Lage der Feder läßt sich vermittelst der Schraube 26 geben. Die Messingplatte 28, und durch sie die Kugel 18 ließen sich mittelst des Drahtes 29 entweder mit der Erde, oder, wenn man den Draht in 5 einhakte, mit dem negativen Pole der Säule verbinden. Wegen der großen Beweglichkeit des Silberfadens mit der Goldkugel mußte Herr de Luc den Apparat auf einem recht fest stehenden Tisch in einen Glaskasten setzen. Herr de Luc hat denselben besonders zu Beobachtungen des elektrischen Zustandes der atmosphärischen Luft gebrauchet, und hat ihm daher den Namen: atmosphärisches Elektroskop, gegeben. M. s. Luftelektricität.

Diese Arbeiten des verdienten Herrn de Luc haben sehr wahrscheinlich dem Abbate G. Zamboni, Professor der Physik am Lyceum zu Verona, die Veranlassung gegeben, sich mit der trockenen galvanischen Säule zu beschäftigen. Er schrieb darüber eine Dissertation, und eine Fortsetzung derselben *). Die erste Nachricht von Zamboni's

*) Dissertazione sulla pila elettrica a secco, und als Fortsetzung descrizione della colonna elettrica del Sig. *de Luc*, e conside-

Digitized by Google

trockener Säule ist von der Münchener Akademie der Wissenschaften ausgegangen *). Herr Assalini aus Mailand, der Leibarzt des Prinzen Eugen, der sich damals nach der bekannten Umwälzung Italiens in München aufhielt, zeigte diese Säule in einer Sitzung der physikalischen Classe der Akademie der Wissenschaften zu München am 14ten Juny 1814 vor. Sie bestand aus Scheiben ungeleimten Silberpapiers, das auf der nicht metallischen Seite mit einem Teig aus Braunstein und Honig belegt war. In einer inwendig und äußerlich mit Siegellack überzogenen Glasröhre, welche auf einem Fußgestell aus Messing stand, waren 2000 solcher Scheiben zu einer Säule über einander geschichtet. Die Glasröhre war oben mit einem messingenen Knopfe versehen, mit welchem die oberste Platte durch einen Draht verbunden war. Diese Säule gab sehr starke elektrische Erscheinungen ohne Funken und ohne chemische Wirkung.

Außerdem hatte Herr Zamboni an diese Säule eine ganz neue Vorrichtung angebracht, die besonders merkwürdig ist. Er stellt nämlich zwey solche völlig gleiche Säulen 4 bis 5 Zoll weit von einander, und zwischen ihnen, auf einem eigenen Gestell, eine in der Mitte durchbohrte und, wie die Neigungsnadeln, um eine Axe bewegliche Nadel, welche ungefähr $\frac{2}{3}$ der Länge der Säule hat. Diese wird abwechselnd von der einen und andern Säule angezogen, und diese Bewegung dauert eben so ununterbrochen fort, als die Wirksamkeit der Säule. Herr Zamboni besaß damals einen solchen Apparat, wo die Nadel bereits seit 2 Jahren sich in gleichförmiger Schwingung befand, ohne daß sich die geringste Abnahme ihrer Bewegung gezeiget hatte.

---

razioni sull' analisi de lui fatte della Pila Voltiana in *Brugnatelli's* Giornale di Fisica, chimica etc. T. V. p. 424 – 446. To. VI. P. 31 – 43.

*) Allgem. Zeit. 3. Sept. 1814 und im Anzeiger der Deutschen 1814. N. 282.

Digitized by Google

Der Herr Prof. Kaſtner *) bemerket, daß er bereits im Auguſt in London eine der Zamboniſchen Säule ähnliche Einrichtung aus 1510 Scheibenpaaren beſtehend, in zwey Glasröhren eingeſchloſſen, oben mit den gleichnahmigen Polen durch einen Draht verbunden, und unten zwiſchen den ungleichnahmigen Polen ein durch die das Pendel bildende herabhängende Kugel in Bewegung geſetztes elektriſches Glockenſpiel als ſogenanntes perpetuum mobile bey einem Mechanikus, welche er der de Luc'ſchen Säule nachgebildet hatte, gefunden habe. Als ſpäterhin der Herr D. Aſſalini bey Sir Joſ. von Banks mehreren engliſchen Gelehrten die durch ihn vom feſten Lande mit nach London gebrachte mit einem Pendel verſehene Zamboniſche Säule vorzeigte, bemerkte Herr Kaſtner, daß dergleichen in London bereits noch wirkſamer und ſtäte des gewöhnlichen Pendels mit einem Glockenſpiele verſehen zu ſchauen ſey. Herr Kaſtner führte den Herrn D. Aſſalini nebſt andern Gelehrten nach dem erwähnten Mechanikus, und überzeugte ihn von der Richtigkeit ſeiner Angabe. Auch bey Herr de Luc in Windſor fand er ähnliche Pendel, neben ſeinem gewöhnlichen Kupferpendel.

Dieſe Zamboniſche Säule wurde ſehr bald in Deutſchland allgemeiner bekannt. Der verdiente Hr. D. Jäger *) in Stuttgart war einer der erſten, der durch die Güte des Herrn geheimen Raths v. Sömmering in München Säulen dieſer Art erhielt. Da man bisher faſt allgemein der Meinung geweſen war, daß es keine Volta'ſche Säule ohne Feuchtigkeit geben könne, ſo bemerkte Herr Jäger ganz richtig, daß es derjenige, dem die Beziehung, in welcher der Grad der Feuchtigkeit einer gewöhnlichen Volta'ſchen Säule zu ihren elektriſchen Aeußerungen ſteht, nur einiger Maaßen bekannt iſt, ſehr unwahrſcheinlich

*) Gren's Grundriß der Naturlehre. Halle, 1820. 8. §. 1584. Note.

*) Gilbert's Annalen. B. XLIX. S. 47. ff.

Digitized by Google

finden werde, daß in den Säulen von Behrens und von Zamboni die Zwischenleiter durch inhärirende Feuchtigkeit wirken. Um es aber noch mehr zu erweisen, daß man sich bey der Erklärung der Wirksamkeit sogenannter trockener Säulen vergeblich auf etwanige hygroskopische Eigenschaften der Stoffe berufen würde, welche die Metalle der Elektromotore von einander trennen, hatte er mehrere Versuche angestellet. Diese Versuche leiteten ihn wirklich auf Zamboni's Säule, welche er dahin abänderte, daß er Scheiben aus zusammengeleimten unächtem Gold- und Silberpapier, die sich mit ihren metallisch ungleichen Seiten berührten, zu Säulen aufschichtete. Auf diese Weise hatte er zwey Säulen, jede von 900 Scheiben, zusammengesetzet, und sie in zwey mit aufgeschraubten Messingkappen versehenen Glasröhren gesetzt, so daß sie mit ihren entgegengesetzten Polen mit dem Boden verbunden sind. Er fand sie so hinreichend stark, um zwischen den beyden andern freystehenden Polen, das von Zamboni angegebene Pendel in Schwingung zu erhalten. Indessen bemerkte Herr Jäger, daß sich die Schwingungen nicht, wie Zamboni behauptet, immer gleich bleiben, sondern ihre Anzahl in denselben Zeiten verändert sich oft und bedeutend. Die Temperatur hat einen unverkennbaren Einfluß darauf; wahrscheinlich haben noch einen weit größern Einfluß andere atmosphärische oder tellurische Verhältnisse, wie Herr de Luc vermuthe.

Auffallend war ihm aber die große Wirksamkeit seiner Säule in Vergleich mit der der Zamboniſchen, die aus unächtem auf der Papierseite mit Braunsteinoxyd belegten Silberpapiere zusammengesetzet sind. Denn er hatte durch genaue vergleichende Versuche, welche er mit Zamboniſchen Scheiben, die er aus München erhalten, angestellet hatte, gefunden, daß die Erregung zwischen Braunstein und unächtem Silber sich zu der zwischen unächtem Golde und unächtem Silber, wenigstens wie 9 : 8 verhalte; und Zamboni nehme zu seinen zwey Säulen 4000 solche Scheibchen. Herr Jäger führet aber ganz richtig an,

Digitized by Google

daß der Braunstein bey weitem nicht so auf der Papierseite des Silberpapiers vertheilt zu seyn scheine, daß er, wie das Kupfer auf dem Goldpapiere, eine zusammenhangende Fläche darstellte, daher er bey gleichem Durchmesser der Scheibchen eine kleinere belegte Fläche gebe, und es schienen die Mengen der in gleichen Zeiten sich entwickelten Elektricitäten, also die Geschwindigkeiten der Ladung, mit der Größe jener Flächen in einem geraden Verhältnisse zu stehen. Ueberdem sey das einfache Silberpapier immer hie und da durchlöchert, so daß bey vielen Scheibchen der Braunstein in unmittelbare Berührung mit dem unächten Silber kommen könne, wodurch alsdann ein solches Scheibenpaar zu einem einfachen Leiter werde, und zur Verstärkung der Elektricität nichts beytrage, welches bey seinen doppelten, zusammengeleimten Papieren natürlich bey weitem seltener eintreten könne.

Auch hatte Herr Jäger versucht, Säulen aus belegten Glasplättchen aufzurichten. Allein er fand sie zu den gewöhnlichen Versuchen untauglich, weil sie ihre Pole außerordentlich langsam laden, ob sie ihm gleich sehr wichtig für die Theorie schienen. Hiebey bemerkte er, daß, wenn die Glasplatten nicht ganz bis an ihre Kanten belegt waren, durchaus keine Elektricität sich zeiget.

Auch in Frankreich wurde die Zambonische Säule im Jahre 1814 bekannt, indem nach Erzählung des Hrn. Delamétherie dieselbe von dem Grafen von Gazola aus Italien nach Paris sey gebracht worden. Der daselbst befindliche Mechanikus Herr Dumotiez hat dergleichen zum Verkauf verfertiget.

Die Herren Prof. Ermann und D. Montanus *) in Berlin hatten ebenfalls aus 4000 Platten nach dem Muster einiger durch den Herrn Prof. Pfaff aus Kiel in München erhaltenen Plättchen von Silberpapier, so wie sie daselbst zur Construktion der Zambonischen Säule angewendet waren, zwey Säulen erbauet, erhielten aber

*) Gilbert's Annalen. B. L. S. 87. f.

trotz aller gebrauchten Vorsicht nur eine so schwache elektrometrische Wirkung, daß sie nicht anders als mittelst des Condensators bemerkt werden konnte, und mithin zur Bewegung eines Pendels, ja selbst des Goldblatt-Elektrometers viel zu schwach war.

Nun versuchten sie Säulen aus dünnem gewalzten Zink und unächtem Goldpapier aufzubauen, so daß die Goldpapier-Platten vor dem Aufbauen mit Fleiß und größter Sorgfalt durch Sonnen- und Ofenwärme ausgetrocknet waren, und daher nach ihrer Meinung eher den Namen trockner Säulen verdienten, als die Zamboni'schen. Der Erfolg war aber sehr befriedigend. Sie hatten zwey Säulen, jede von 500 Plattenpaaren, welche durch messingene Schlußplatten mittelst seidener Schnüren fest zusammengehalten wurden. Eine jede dieser Säulen setzte das Goldplatt-Elektrometer, auch ein leichtes Pendel, in lebhafte Bewegung, und noch mehr thaten es beyde Säulen zusammen. Da aber das Hangenbleiben des Goldblatt-Elektrometers, wie dies schon Herr de Luc ergangen war, gar nicht vermieden werden konnte; so geriethen sie nach mancherley Versuchen endlich auf ein höchst einfaches Pendel, welches aus einer mittelmäßig starken Nähnadel besteht, welche an einem äußerst feinen seidenen Faden hängt. Dieses Pendel gab sehr lebhafte, ziemlich gleichzeitige Schwingungen, ohne daß das Hangenbleiben der Nadeln an den Kugeln der Pole bemerkt wurde. Uebrigens konnten sie an diesen Säulen keine chemische Wirkung wahrnehmen. Die Pendelbewegungen zwischen den entgegengesetzten Polen zweyer Säulen blieben aber dieselben, die Säulen mochten mit dem Boden verbunden seyn, oder isolirt stehen; die Bewegung dauerte sogar fort, wenn die Verbindung der untern entgegengesetzten Pole der beyden Säulen aufgehoben wurde, indem eine jede auf Glas oder Seide isolirt wurde.

Nachdem Zamboni *) über zwey Jahre damit beschäf-

*) Gilbert's Annalen. B. LI. S. 130. f.

Digitized by Google

tiget war, durch Versuche auszumitteln, welches die beste Art sey, die elektromotorischen Säulen zu bauen und ihre elektrische Kraft immer rege zu erhalten, kam er auf folgende beyde Methoden, welche er am besten fand. Man bestreiche entweder das auf das Metall geleimte Papier mit Baumöhl, wische es mit einem linnenen Lappen sorgfältig ab, und streue alsdann gepulvertes schwarzes Manganoxyd darauf; oder man näße die Metallseite des Silberpapiers mit einer gesättigten Auflösung salzsauren Zinks, und, wenn diese dem Anscheine nach von selbst eingetrocknet ist, streue man darauf das gepulverte schwarze Manganoxyd. Zur Erhaltung der elektrischen Kraft solcher Säulen schließt er sie in Glasröhren ein, die äußerlich und innerlich mit Firniß überzogen sind, ohne zwischen Säule und Röhre noch einen andern isolirenden Körper zu bringen, jedoch so, daß sie die innere Fläche der Säulen nirgends berühren. Die Glasröhre wird am untern Ende hermetisch verschlossen, und dahin isolirender Mastix gebracht. Auch das obere Ende wird hermetisch verschlossen, an welchem sich der thätige Pol der Säule befindet.

Eine solche Zambonische Säule dient nicht allein eine freyschwebende Nadel in unausgesetztem Schwingen zu erhalten, sondern läßt sich auch zu vielen andern elektrischen Versuchen gebrauchen. Elektrometer lassen sich sehr bequem mit ihr positiv und negativ laden, und sie ist sehr geschickt, elektrische Körper auf positive und negative Elektricität zu prüfen. Verbindet man sie mit Coulomb's elektrischer Wage, so erhalten die so feinen elektrometrischen Versuche mit derselben mehr Genauigkeit, durch die Gewißheit, welche man mittelst ihrer hat, bey vergleichenden Versuchen immer einerley elektrische Ladung zu erhalten. Leidner Flaschen und große Batterien lassen sich mit ihr so elektrisiren, daß man aus ihnen Funken und starke Schläge ziehen kann. Tausend Scheiben, welche auf die zweyte Art zubereitet sind, laden in sehr kurzer Zeit Flaschen von 4 bis 5 Quadratfuß Belegung so

Digitized by Google

stark, daß man beym Entladen den Schlag in den Armen und in der Brust fühlt.

Da Verstärkungsflaschen von bedeutend großer Oberfläche verlangt werden, um diese Wirkung zu erhalten, so hat Zamboni mit gutem Erfolg versucht, auf folgende Art eine magische Tafel zu machen. Der isolirende Körper derselben ist Papier, welches in der Hitze ausgetrocknet und unmittelbar darauf an beyden Flächen mit mehreren Lagen eines isolirenden und geschmeidigen Firnisses überzogen ist. Von einem langen Streifen solchen gefirnißten Papiers wird blos die eine Hälfte mit gewöhnlichem Goldpapier an beyden Seiten belegt, so daß, wie bey den magischen Tafeln, ein hinlänglich breiter unbelegter Rand bleibt. Man denke sich diesen Streifen senkrecht hängend mit der belegten Hälfte nach unten; denke sich ferner am obern Rande des Beleges einen Metallstab horizontal befestiget, dessen eines Ende nicht über das Belege hinausgeht, dessen anderes Ende aber zwey Zoll weit über den gefirnißten Papierstreifen herausragt; und denke sich endlich, es werde um diesen Stab die obere nicht belegte Hälfte des Streifens herumgeschlagen, so daß sie über der untern hange, und man rolle dann beyde Hälften zugleich so dicht als möglich auf den Stab auf. Schiebt man dann die aufgewickelte Rolle in eine Metallröhre, so kommt mit dieser das hintere Belege in Berührung; das vordere Belege berührt der Metallstab, welcher die Stelle des innern Drahtes der Leidner Flasche vertritt; die nicht belegte Hälfte des Streifen hält beyde Belege von einander. Auf solche Art nimmt die belegte Fläche zwar nur einen kleinen Raum ein, kann aber doch eine bedeutende Größe haben.

Nach Anleitung des Herrn O. v. Jäger hatte der Hofmechanikus zu Stuttgart, Herr Eberbach *), auf Kosten Sr. königl. Majestät eine Zamboniſche Säule von ungewöhnlicher Größe verfertiget. Sie bestand aus

*) Gilbert's Annalen. B. LI. S. 182. ff.

Digitized by Google

vier Säulen, die auf Glasfüßen ruheten, wovon jede über 3900 Scheiben enthielt, die aus Gold- und Silberpapier zusammengeleimet waren, und deren Oberfläche 2½ Quadratzoll betrug. Durch leitende Drähte waren diese vier Säulen zu einer Säule verbunden, in deren Mitte aber eine Ableitung nach dem Boden angebracht war, so daß sie sich, so lange diese bestand, als zwey, jede an einem ihrer Pole ableitend berührte Säulen verhielten. Mit jedem der freyen entgegengesetzt elektrischen Enden dieser beyden Säulen war eine Metallglocke, welche auf einem lackirten Glasstabe aufsaß, und mit ihr ein Strohhalmelektrometer leitend verbunden, und diese beyden Glocken konnten auf einem mit einer Eintheilung versehenen Gestelle einander genähert, oder von einander entfernet werden. Zwischen ihnen schwingte das 10 Zoll lange und beträchtlich schwere Pendel in Bogen von 6 bis 10 Zollen hin und her, und bezeichnete jede Schwingung durch einen Glockenschlag und durch einen in der Dunkelheit sehr auffallenden Funken. Die Elektricität erzeugte sich in solcher Menge, daß beym Anschlagen der Kugel des Pendels an eine der Glocken, das mit dieser verbundene Strohhalmelektrometer nur um 1 bis 2 Grade zurücksank, und sich sogleich wieder auf seinen vorigen Stand erhob, wenn die Kugel nach der Berührung mit der Glocke sich von ihr wieder entfernte. Hob man die in der Mitte angebrachte Ableitung nach dem Boden auf und vereinigte so die vier Säulen zu einer einzigen, so konnten zwischen ihren Endpolen deutliche chemische Wirkungen hervorgerufen werden.

Der Herr Prof. Ramis in München, so wie die Herren Buzenzeiger in Tübingen, und Klingert in Breslau und mehrere hatten sogar die trockene Säule mit einem Uhrwerke verbunden, indem vermittelst zweyer kleinen mit dem Pendel verbundenen Hebel das aus einem Zahn, Kammrad und Getriebe bestehende Uhrwerk in Bewegung gesetzt wurde, dessen Zeiger auf einem Zifferblatte Minuten und Stunden anzeigt. An der Säule

Digitized by Google

des Herrn Klingert, welche aus 8000 Platten-Paaren von Gold- und Silberpapier bestand, wurden außer den gewöhnlichen Erscheinungen an den messingenen Kugeln an denjenigen Stellen, wo das Pendel anschlug, oxydirte Flecke, sowohl an der positiven als an der negativen Kugel bemerkt, die unter sich keinen merkbaren Unterschied zeigten *). Auch wollte Herr Klingert bey recht trockenem Wetter, im Finstern an der Kante des Pendels, während er sich der positiven oder negativen Kugel näherte, ein ausströmendes Licht beobachtet haben.

Der Herr Prof. v. Bohnenberger in Tübingen **) hatte ebenfalls mit der trockenen Säule verschiedene und merkwürdige Versuche angestellet. Seine Säule bestand aus 2000 Doppelscheiben von zusammengeleimten unächtem Gold- und Silberpapier von 3 Pariſ. Linien im Durchmesser, welche sich in einer von außen und von innen mit geschmelztem Siegellack überzogenen Glasröhre befand, und darin durch zwey Korkstöpsel, durch welche Drähte gingen, geschlossen war. Mittelst dieser Drähte wurde die Säule auf Träger geleget, welche von den Deckeln zweyer Volta'scher Elektrometer hervorragten; mithin war sie mittelst der Elektrometer selbst isolirt. Nachdem er nun die beyden Pole einige Minuten lang durch einen isolirten Draht mit einander in Verbindung gebracht hatte, während welcher Zeit keine Elektricität bemerkt werden konnte, hob er diese Verbindung auf. Die beyden Elektrometer fiengen sogleich an zu divergiren, und nach Verfluß von 1 Minute blieb das eine, welches positive Elektricität zeigte, bey $10\frac{1}{2}°$, das andere bey $9\frac{1}{2}°$ negativer Elektricität stehen. Dieser Unterschied rührte von der nicht genauen Uebereinstimmung der Elektrometer her, und es waren folglich die Spannungen an beyden Polen einander gleich. Wurde der eine Pol ableitend

*) Gilbert's Annalen. B. LIII. S. 537. ff.

**) Tübinger Blätter für Naturwissenschaft und Arzneykunde. B. II. St. 2. S. 27. f.

Digitized by Google

berührt, so stieg das andere Elektrometer während der Berührung auf das Doppelte. Dadurch ward die an der nassen Volta'schen Säule beobachtete, von einigen aber bezweifelte Erscheinung bestätiget, daß nämlich die beyden Pole der isolirten Säule gleiche, aber entgegengesetzte Elektricitäten zeigen, aber nur von der Hälfte derjenigen Spannung, welche man an dem einen Pol beobachtet, während der andere ableitend berühret wird.

Nun wurden mehrere aus demselben Papiere verfertigte trockene Säulen, wie die vorige, mit den Drähten ihrer ungleichnahmigen Pole an einander gehängt. Als auf diese Art 2, 3, 4, 5 solcher gleicher Säulen zu Einer mit einander vereiniget waren, und das eine Ende mit der Erde verbunden wurde, zeigte der andere Pol am dritten Elektrometer nach 8, 12, 16, 20°, welche mit 40, 60, 80, 100° der beyden erstern Elektrometer übereinstimmen, und folglich der Zahl der Plattenpaare proportional wachsen. Ueberhaupt schien die elektrische Spannung der trockenen Säule von der Größe der Flächen ihrer Platten unabhängig zu seyn, indem sie jederzeit der Anzahl der Plattenpaare proportional war.

Sehr beträchtliche Unterschiede zeigten sich aber in den Zeiten, welche trockene Säulen, die aus Platten von verschiedenen Größen bestehen, brauchten, um dem Elektrometer die volle Spannung, welche sie hervorzubringen fähig sind, mitzutheilen. Die Divergenz des Elektrometers nahm Anfangs geschwind zu, wuchs aber desto langsamer, je mehr sie sich der größten Divergenz näherte. Noch auffallender wurden diese Unterschiede, wenn man leidner Flaschen mittelst dieser Säulen lud.

Auch zeigte der Herr v. Bohnenberger durch Versuche, daß die trocknen Säulen einer leidner Flasche den höchsten Grad der Spannung nur nach und nach mit abnehmender Geschwindigkeit mittheilen, während dieses bey den gewöhnlichen Volta'schen nassen Säulen augenblicklich erfolgt. Er erklärte sich hieraus das gewöhnliche Ausbleiben der chemischen Wirkungen bey trocknen Säulen. Denn

Digitized by Google

in solchen Versuchen werde die Kette immer, wenigstens zum Theil, mit nassen oder feuchten Leitern geschlossen, und diese führten die Elektricität geschwinder ab, als durch die trockene Säule neue herbeygeführet werde, und entladeten also die Säule in kürzerer Zeit, als sie sich wieder lade. Durch die Vergrößerung der Anzahl der Schichten werde zwar die Spannung der Säule erhöhet, aber nicht die Geschwindigkeit der Ladung vergrößert, so daß auf diesem Wege keine chemische Wirkungen erhalten werden könnten. Vergrößere man aber die Flächen der Platten, so wachse die Geschwindigkeit der Ladung.

Chemische Wirkungen brachten trockene Säulen nur bey beträchtlicher Größe der Platten hervor. Eine Säule, welche aus 96 gut getrockneten Doppelblättern Gold- und Silberpapier von 30 Quadratzoll Fläche zusammengesetzet war, wurde mit den in Glasröhren eingeschlossenen Platindrähten eines zur Wasserzersetzung bestimmten Apparats an ihren beyden Polen in Verbund gebracht. Es zeigten sich sogleich Gasentwickelungen an den Spitzen der Platindrähte, aber nicht wie bey den nassen Säulen, sondern so, daß man die aufsteigenden Bläschen zählen konnte. Und diese Gasentwickelungen fanden noch nach Verfluß von 8 Tagen statt, als er diese Säule von einander nahm, welche keine Spur von Oxydation zeigte.

Als der Versuch mit einer Säule aus 1800 solcher Doppelblätter von 36 Quadratzoll Fläche wiederholt wurde, giengen die Gasentwickelungen in einem Strome fort, ungefähr wie bey einer nassen Säule aus 60 bis 100 zweyzölligen Doppelscheiben. Diese Säule gab ähnliche Erschütterungen, wie eine nasse Säule.

Auch war es dem Herrn v. Bohnenberger daran gelegen, durch Versuche auszumachen, ob eine völlig trockene Säule möglich sey, oder ob zu ihrer Wirksamkeit etwas Feuchtigkeit nothwendig erfordert werde. Wenn der eine Pol einer gewöhnlichen Volta'schen Säule aus 60 zweyzölligen Plattenpaaren von Kupfer und Zink mit dazwischen gelegten und blos mit Wasser befeuchteten

Digitized by Google

Tuchscheiben mit der Erde verbunden war, so zeigte sie mittelst des an dem Volta'schen Elektrometer angebrachten Condensators eine Divergenz von 36° bis 40°, theilte der oben erwähnten Leidner Flasche durch augenblickliche Berührung dieselbe Spannung mit, und zersetzte das Wasser sehr lebhaft. Nach 3 Tagen war die Gasentwickelung kaum merklich mehr, aber es zeigte sich noch dieselbe elektrische Spannung; die Flasche wurde erst nach 2 Minuten auf den vorigen Grad geladen. Nach 10 Tagen war die Säule bey sehr trockener Witterung für die Gasentwickelung unwirksam geworden; allein der Condensator zeigte, wenn man ihn 10 bis 12 Sekunden lang mit ihr in Berührung ließ, noch den vorigen Grad der Spannung, und mehrere Monate lang behielt sie diesen unverändert bey. Dieselbe Spannung zeigte eine Säule von 60 Doppelscheiben von Gold- und Silberpapier, die 7 Linien im Durchmesser hatten.

Eine Säule aus 1000 viereckigten von 3 Quadratzoll Fläche und mit gefirnißten Seidenfäden zusammengebundenen Doppelblättern aus Gold- und Silberpapier, zeigte beständig bey feuchter und trockener Witterung 10° am Volta'schen Elektrometer. Sie wurde 8 Tage lang auf einen geheizten Ofen gesetzet, und zeigte auch hier unverändert 10°; aber sie gebrauchte nun zur vollen Ladung 2 bis 3 Minuten, vorher weniger als 15 Sekunden.

Eine Säule aus 60 Plattenpaaren von gewalztem Breslauer Zink N. 18. und gewalztem Kupfer, 7 Linien im Durchmesser, wurde mit dazwischen gelegtem feinen trockenen Schreibpapier aufgeschichtet, und durch gefirnißte Seidenfäden zusammengehalten. Sie zeigte mittelst des Condensators gegen 40°. Nachdem sie mehrere Stunden lang bey einer Wärme von 80° bis 90° Reaum. ausgetrocknet worden war, zeigte sie mit dem Condensator, dessen Platten wie gewöhnlich mit einer dünnen Schicht von Bernsteinfirniß überzogen waren, untersucht, keine Spur von Elektricität. Nachdem sie ¼ Stunde lang in einem Zimmer, in welchem das de Luc'sche Hygrometer

Digitized by Google

33 Grade zeigte, gestanden hatte, und bis auf 15 Grad abgekühlet war, hatte sie ihre anfängliche Wirksamkeit erhalten.

Dieselbe Säule wurde nach wiederholter eben so starker Austrocknung und so lange sie noch heiß war, mit Bernsteinfirniß überzogen, und dies nach jedesmaligem Trocknen so oft wiederholt, bis ihre krumme Oberfläche einen dichten harzigten Ueberzug erhalten hatte. Jetzt erholte sich die Säule bey dem Abkühlen nicht mehr, und blieb für den Condensator auch alsdann noch unwirksam, nachdem sie über Nacht an der freyen und etwas feuchten Luft gestanden hatte.

Es schien daher die Wirksamkeit dieser Säulen einem wiewohl geringen Grad von Feuchtigkeit zugeschrieben werden zu müssen.

Herr v. Bohnenberger hatte auch durch Versuche gefunden, daß Erwärmung harzigen Firnisses unter 80° Reaum. Feuchtigkeit ersetzet. Es wurde nämlich der Condensator von Säulen mit harzigen Zwischenkörpern aufgebauet durch Erwärmung weit geschwinder geladen, da im Gegentheil Säulen mit von Leinöhl getränktem Papiere und von Wachstafft aufgeschichtet bey demselben Wärmegrade besser isolirten, als vor der Erwärmung, und das mit Leinöhl getränkte Papier nach dem Erkalten sogleich wieder leitend wurde.

Wenn die Säulen in Glasröhren eingeschlossen sind, so finden sich von diesen Erfahrungen Abweichungen. Ueberhaupt sind alle Erscheinungen weit weniger verwikkelt, wenn die Säulen sich nicht in Glasröhren befinden, und blos durch gefirnißte Seidenfäden zusammengehalten werden. Der Herr v. Bohnenberger hatte an solchen Säulen bey jeder Witterung und zu jeder Tageszeit immer einerley Divergenz des Elektrometers beobachtet. Dagegen erregen in der Glasröhre die Elektricität, welche an den innern Seitenwänden hängen bleibt, und die angezogene Feuchtigkeit Unregelmäßigkeiten. Wärme trocknet die Glasröhre von außen, und macht sie dadurch

Digitized by Google

besser isoliren, da dann die in ihr eingeschlossene Säule sich schneller ladet. Außerdem können die eingeschlossenen Papierscheiben nicht so leicht austrocknen, und die Wärme scheinet, wenn das zu schnelle Austrocknen verhindert wird, die Geschwindigkeit der Ladung der feuchten Säulen eben so zu beschleunigen, wie man es bey den Säulen mit harzigen Zwischenkörpern beobachtet. Auf der andern Seite wird sowohl die Geschwindigkeit der Ladung, als auch die größte Spannung der in Glasröhren eingeschlossenen Säulen durch die von außen auf sie wirkende Feuchtigkeit vermindert, indem sie eine mehr oder weniger vollkommene leitende Verbindung zwischen den Polen der Säule herbeyführet. Aus diesen Unregelmäßigkeiten sind die beständigen Veränderungen in der Anzahl der Schwingungen des Zamboniſchen Pendels begreiflich, und es erhellet, daß diese Anzahl von der Wärme und dem verschiedenen Grade der Trockenheit der Luft zugleich abhangen muß.

Bey der Untersuchung der Wirksamkeit dieser elektrischen Säulen darf der Umstand nicht außer Acht gelassen werden, daß sie, wenn ihre Pole eine Zeitlang leitend mit einander verbunden gewesen sind, eine längere Zeit gebrauchen, um sich wiederum vollständig zu laden, als wenn man blos einen kleinen Condensator mit ihnen geladen, oder durch eine vorübergehende Berührung das damit verbundene Elektrometer zum Zusammenfallen gebracht hat. Wahrscheinlich giebt nach Herrn v. Bohnenberger im letztern Falle nur ein kleiner dem ableitend berührten Pol zunächst liegender Theil der Säule seine Elektricität her, welche sich in kurzer Zeit wieder herstellet; im ersten Falle wird die ganze Säule nach und nach entladen. Man erhält daher auch stärkere Funken als bey unmittelbarer Berührung einer solchen Säule, wenn man einen gut isolirten Leiter mit ihr ladet, und aus diesem nach der Entfernung der Säule den Funken zieht. Diese Funken sind bey 2000 Schichten schon sehr merklich, scheinen aber nicht im Verhältniß der Anzahl der Schichten an Länge zu wachsen.

Digitized by Google

Der Herr v. Bohnenberger hat bey allen seinen trockenen Säulen keine Oxydation bemerken können. Sie scheint ihm insbesondere an den Metallplatten nicht statt finden zu können, bey welchen gefirnißtes oder mit gekochtem Leinöhl getränktes Papier und Wachstafft angewendet wurden, weil bekanntlich polirte Metalle durch das Ueberziehen mit Firniß gegen das Anlaufen verwahret werden können. Der ganze Unterschied zwischen den nassen und trockenen Säulen scheint ihm blos in der verschiedenen Geschwindigkeit ihrer Ladung zu liegen. Daß diese aber nicht in der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Zwischenkörper ihren Grund haben könne, schließt er daraus, weil das gefirnißte und mit Leinöhl getränkte Papier sehr gut isolirt, wenn es nicht über 80° hinaus erhitzt wird. Wahrscheinlich werden sich auch mit erwärmten Säulen mit harzigten Zwischenkörpern, da sie sich sehr geschwind laden, durch Vergrößerung ihrer Flächen, die chemischen Wirkungen hervorbringen lassen. Die Oxydation, welche bey den nassen Säulen Statt findet, scheint die Geschwindigkeit der Ladung und ihre chemische Wirksamkeit auf eine bis jetzt noch nicht befriedigend erklärte Weise zu vergrößern.

Auch Herr Parrot zu Dorpat *) hat mit trockenen Zamboniſchen Säulen, die er aus Berlin erhalten hatte, mehrere Versuche zur Aufhellung folgender beyden Hauptpunkte angestellet: nämlich 1. welchen Einfluß die Feuchtigkeit auf die elektrische Wirkung der Zamboniſchen Säule äußere, und 2. welche Menge von Electricität dieselbe liefere. Zu diesen Versuchen hatte er vorzüglich folgende Apparate gebraucht:

1. Vier Säulen von Zinkblättern und unächtem Goldpapier, jede von 500 Paaren von 18‴ Par. im Quadrat. Gewöhnlich schichtete er zwey derselben über einander, so daß er daraus Eine Säule von 1000 Paaren erhielt.

*) Gilbert's Annalen. B. LV. S. 185. ff.

Digitized by Google

2. Zwey Säulen von unächtem Gold- und Silberpapier, die eine von 806 Paaren, die andere von 720 Paaren, beyderseits von $17\frac{2}{3}$''' im Quadrat.

3. Ein graduirtes Goldblattelektrometer, dessen Bogen an der äußern Seite der Flasche angebracht in Grade des Kreises abgetheilt ist, deren jeder 0,3''' Par. lang ist. Dies Elektrometer hat nur ein Goldblättchen, und an der Stelle des andern befindet sich ein unbeweglicher Stab von vergoldetem Messing. An diesem Stabe ist die Platte eines Condensators vertikal befestiget von 1'' Durchmesser, an welche der Deckel, der in einer vertikalen Ebene beweglich ist, bis auf $\frac{1}{5}$''', oder $\frac{1}{50}$'' gewöhnlich angerückt wird, und bis $\frac{1}{10}$''' auch $1\frac{1}{5}$''' angerückt werden kann.

4. Ein Seidenhygrometer, welches nach vieljährigem Gebrauche seine große Empfindlichkeit bestätiget hatte. Sein Gang ist zwischen dem des Fischbein- und des Haar-Hygrometers.

5. Vier verschiedene Trocknungs- und Befeuchtungs-Apparate. Der erste dienet vorzüglich zur Regulirung des Hygrometers, und besteht aus einem blechernen Kasten von 16'' Höhe, 12'' 10''' Breite, und 5'' 10''' Tiefe. Die vordere Wand ist von Glas, die obere ist ganz abzunehmen, und wird beym Gebrauche luftdicht verkittet. Sowohl zur Trocknung als zur Befeuchtung dient ein bewegliches blechernes Gestell von 6 flachen, viereckigen, horizontalen, Behältern, jeder von 8'' Länge, 3''' Breite und $1\frac{1}{2}$'' Höhe, welche in gleichen Entfernungen über einander die ganze Höhe des Kastens in 7 gleiche Theile theilen, und an der hintern Wand gehängt werden. Zur Befeuchtung wird jedes dieser Fächer etwa 3''' hoch mit Wasser, zur Trocknung dagegen mit frischgeglühetem Kalke, gefüllt. Auf diese Art hatte Herr Parrot gefunden, daß das erwähnte Fischbein-Hygrometer 6° zu wenig auf der Trockenheits-Seite hat.

Der zweyte Apparat war eine Glocke, die er blos zur Befeuchtung brauchte, indem er deren innere Wand mit

Digitized by Google

naſſen Pappen belegte, und die er dann auf einen Teller mit Waſſer ſtellte.

Der dritte Apparat war eine eigenthümliche Vorrichtung mit derſelben Glocke. Sie ſtand dann auf einem blechernen Teller, in deren Mitte ein Reif aufgeſetzet iſt, um die Säulen darauf zu ſtellen, ſo daß ſie das Waſſer auf dem Teller nicht berührten. Dieſer Teller ruhete auf drey Füßen, ſo daß man das in demſelben eingegoſſene Waſſer mit der Weingeiſtlampe erwärmen konnte. Dies geſchah bis zur Temperatur von etwa 50°, worauf die Lampe weggenommen, die Säulen aufgeſtellt, und alsdann die Glocke darüber geſtürzt wurde. Augenblicklich war die geſperrte Luft mit Waſſerdampf geſättiget, und nach einigen Minuten die innere Fläche der Glocke mit niedergeſchlagenen Tropfen bedeckt. So blieb der Apparat, ſo lange er es für nöthig hielt, und er erneuerte die obige Operation gewöhnlich des Tages zweymal, da die Säule nach und nach die Wände der Glocke austrocknete. Er ſah die Säule als mit Feuchtigkeit geſättiget an, wenn die Wände der Glocke ihr ganzes Waſſer behielten.

Der vierte Apparat war ein irregulärer Glaskaſten, wie man ſie als Deckel zu großen Tiſchuhren hat. Deſſen Inhalt beträgt 1440 Cubikzoll. Er belegte blos deſſen Blechboden mit naſſem Löſchpapier; dieſe benäßte Fläche beträgt 80 Quadratzoll.

Die erſten Verſuche, welche Herr Parrot mit den 4 erwähnten Zamboniſchen Säulen anſtellte, betrafen, wie oben angeführet iſt, die Unterſuchung, ob bey den trockenen Säulen Feuchtigkeit zur elektriſchen Wirkung nothwendig ſey. Seine Verſuche ergaben, wie die des Herrn v. Bohnenberger, daß die ſogenannte trockene Säule nicht ohne Feuchtigkeit wirkt, und bey etwa 20° ſeines Seidehygrometers alle elektriſche Kraft verlieret; daß folglich die Zamboniſche Säule keine trockene Säule ſey, ſondern vielmehr die Gegenwart der Feuchtigkeit als eine nothwendige Bedingung ihrer elektriſchen Thätigkeit verlangt.

Digitized by Google

Was die zweyte Untersuchung betrifft, welche dahin abzweckte, die Menge der Elektricität zu bestimmen, welche die Zambonische Säule liefere, so dienten ihm hiezu vorzüglich die Ladungen der Verstärkungsflasche mit Hülfe der gewöhnlichen nassen Volta'schen und der Zamboni'schen Säulen. Seine Versuche ergaben folgende Resultate:

1. Die Elektricität erzeugt sich in der Zamboni'schen Säule viel langsamer und in einer wenigstens 1648mal kleinern Menge, als in der Volta'schen Säule, welche mit Salmiakwasser geladen ist.

2. Der elektrische Zustand der Zamboni'schen Säule, auch wenn diese in Glas eingeschlossen ist, ist bedeutenden Veränderungen unterworfen.

Eine der größten Zamboni'schen Säulen brachte nach manchen dabey vorgefundenen Schwierigkeiten der Herr Kammer-Sekretär Bechstein zu Altenburg *) zu Stande. Diese Säule besteht aus 20,000 Scheiben Gold- und Silberpapier, jede Scheibe von 16 Quadratzoll Oberfläche. Die Fig. 21 giebt davon einen Abriß. A und B sind die beyden 30 Zoll hohen Säulen, jede von 10,000 Scheiben; aa zwey Kugeln von Messing von 4½ Zoll Durchmesser; und bb zwey Glocken, welche sich einander nähern oder von einander entfernen lassen, vermittelst der Drähte cc, die in Hülsen gehen, welche sich in den Kugeln befinden.

Die an den Kugeln sich befindlichen Messingstäbe, welche auf den obersten beyden Platten der Säulen ruhen, gehen durch die beyden Glasröhren dd, welche in die messingenen Hülsen ee eingekittet sind, und können vermöge der Schrauben ff festgeschraubet werden. Sie endigen sich mit vier Füßen, die federn, damit ihr Druck auf die obern Platten gleich und sanft sey. Genau auf einander geschliffene, 6 Zoll breite Glastafeln, wie gg, umgeben die Säulen, und werden von den messingenen Gesimsen hhhh fest gehalten; inwendig sind diese Glas-

*) Gilbert's Annalen. B. LVIII. S. 342. f.

Digitized by Google

tafeln mit Bernsteinlack überzogen. Da das Glas blau ist, und man die innern Säulen nicht sehen kann, so sind, um die Pole nicht zu verwechseln, die zwey vordern Flächen mit — E und + E bezeichnet. Die Verbindung der beyden Säulen bewirkt die Kupferplatte Fig. 22, welche in der Mitte einen 1½ Zoll breiten Steg hat und bey aa zweymal gekröpft ist. Dieser Steg ist in das Brett i eingelassen, worauf die Säulen stehen, und oben wieder mit einem schmalen Brettchen belegt, damit man von außen nichts von der Verbindung siehet. Die untern Platten, so wie der Steg, ruhen auf 3 Linien dickem Glase, wodurch also die Säulen völlig isolirt sind.

Der zwischen den beyden Säulen auf einer Schneide ruhende Pendel K ist 22 Zoll lang, wiegt 7½ Loth, und das Gegengewicht besteht in einem bronzenen Kopf, welcher auf und nieder geschoben werden kann. Dieser Pendel wird nicht nur durch die Glassäule l, sondern auch noch durch das Glasstäbchen m, woran der Hammer n gekittet ist, isolirt. Der Pendel schlägt 60 Mal in einer Minute an die Glocken, die einen Zoll weit von dem Hammer entfernet sind. Beym jedesmaligen Anschlagen des Hammers sah man im Finstern sehr deutlich einen Funken, von der Größe einer kleinen Stecknadelkuppe. Ein Goldstreif, der an einem Draht hängt, welcher mit dem einen Pole der Säule verbunden war, ward in einer Minute von ½ Elle von dem andern Pole angezogen. Das Goldblatt-Elektrometer, welches nach Parrot's Angabe nur Ein Goldblättchen hat, schlug in einer Minute etliche 20 Mal an. So groß auch die Aeußerungen der elektrischen Kraft dieser Säule waren, so gelang es doch nicht, nur eine Spur von Wasserzersetzung hervorzubringen.

Einige Verschiedenheiten in Ansehung des Anschlagens des Hammers an den Glocken, bald stärker, bald schwächer, fand Herr Bechstein bey dieser Säule, welche sonst eine unveränderte Wirkung zeigte, besonders bey heitern und trüben Tagen. Gewöhnlich war sie gegen Abend von 5 bis 7 Uhr am wirksamsten.

Digitized by Google

Da es dem Herrn Zamboni *) vorzüglich darum zu thun war, seiner Säule die möglichst stärkste elektrische Wirkung zu geben, und sie darin zu erhalten, so hatte er endlich folgende von den bereits oben angeführten beyden Arten zu diesem Zwecke am vortheilhaftesten gefunden: die Rückseite des Silberpapiers wird mit einer mäßig starken Auflösung von schwefelsaurem Zink im Wasser genäßt, und alsdann, wenn durch Trocknen alle andere Feuchtigkeit, als die dem Papier von Natur eigene, entfernet worden, über das auf dem Papier sitzende Salz gepulvertes und gut getrocknetes schwarzes Manganoxyd übergerieben, und dann schnell die Scheibenpaare gebildet. Dies letzte scheint zum guten Gelingen nothwendig zu seyn, damit man es vor dem gänzlichen Austrocknen des Papiers thue. Das Papier aber muß möglichst fein und einsaugend seyn, und ist es dieses nicht, so muß man der schwefelsauren Zinkauflösung Alkohol zusetzen.

Ein Salz bey seiner Säule zu brauchen, dazu hatte ihn die Analogie derselben mit der Volta'schen Säule bestimmt, deren Kraft durch das Leitungsvermögen der Salzauflösungen so sehr erhöhet wird, und er wählte schwefelsauren Zink, weil er sich in der Berührung mit der Metallfläche nicht zersetzen könne. Bey der Fortsetzung seiner Versuche fand er aber, daß in seiner Säule die Vermehrung der elektrischen Kraft durch dieses Salz auf andern Gründen beruhe.

Zuerst bemerket er, daß die Volta'sche Säule dreyerley Wirkungen äußere, nämlich physikalische, chemische und physiologische. Die beyden letztern werden in dieser Säule nach und nach schwächer und hören gänzlich auf, nachdem die Pappe zwischen den einzelnen Plattenpaaren allmählig austrocknet, mit welcher Flüssigkeit sie auch getränket sey. Bey der physikalischen Wirkung müsse man die Geschwindigkeit in dieser Wirkung von der Größe derselben unterscheiden. Die Geschwindigkeit ver-

*) Gilbert's Annalen. B. IX. S. 251. ff.

Digitized by Google

mindere sich beym Austrocknen ebenfalls immer mehr, je mehr die Pappe austrockne. Dies sey aber nicht der Fall mit der Größe der Spannung. Denn wenn die Pappenscheiben mit einer Auflösung eines alkalischen Salzes genäßt seyn, so müsse sich sehr bald nach dem Aufbau der Säule die Größe der elektrischen Spannung kleiner finden, als sie im ersten Augenblicke wäre, weil sich die alkalischen Salze in jeder Pappenscheibe der Säule sogleich zu zersetzen anfiengen. Ihre Säure sammle sich an der positiven Metallfläche, dem Zink, und ihr Alkali an der negativen Metallfläche, dem Kupfer, und nun trete die Säure dem Metalle etwas von ihrer Elektricität ab, das Alkali aber entziehe dem Metalle etwas von der seinigen, daher bilde sich eine Säule zweyter Art, in welcher die Elektricität nach entgegengesetzter Richtung, als in der elektrischen Säule erster Art (d. h. der aus Kupfer und Zink bestehenden) ströme. Und da die beyden Ströme einander entgegengesetzt wirkten, so bleibe blos der Ueberschuß des größern über den kleinern zurück, d. h. der Säule ersterer, über dem der Säule zweyter Art. Daher müsse in diesem Falle die elektrische Spannung beym Austrocknen der Pappen geringer werden, sowohl an Geschwindigkeit, als auch an Größe. Wenn aber die Flüssigkeit, mit welcher die Pappenscheiben getränkt sind, von der Art wäre, daß sie durch ihre Berührung mit den Metallflächen eine Säule zweyter Art bilde, in welcher der elektrische Strom einerley Richtung, als in der Säule erster Art habe, so werde zwar das Austrocknen der Pappenscheiben die elektrische Strömung in beyden Säulen verzögern, und folglich die elektrische Spannung mit minderer Geschwindigkeit erfolgen, die Größe derselben aber werde vermehrt erscheinen, weil dann noch eine übereinstimmend wirkende Säule hinzugekommen sey, die früher nicht vorhanden gewesen.

Diese Vermehrung in der Größe der elektrischen Spannung habe er in der Volta'schen Säule, deren Pappenscheiben mit sehr verdünnter Schwefelsäure getränkt gewe-

Digitized by Google

sen wären, beym Austrocknen derselben immer entstehen sehen. Hier würden nun bekannter Maaßen die chemischen und physiologischen Wirkungen kräftig hervorgerufen, und die kleinen Pendel eines Elektrometers, das an den einen Pol gebracht werde, schnell von einander getrieben, so daß man dadurch die elektrische Spannung der Säule genau messen könne. Wenn aber nach zwey oder drey Tagen die Feuchtigkeit größtentheils verdunstet sey, so seyen auch alle chemische und physiologische Wirkungen in der Säule verschwunden. Berühre man jedoch wie vorhin ihren obern Pol mit dem Knopf des Elektrometers, so gehen die kleinen Pendel desselben immer noch aus einander, zwar um vieles langsamer, als vorher, jetzt aber bis zu einem Abstande von einander, der größer sey, als der vorige. Ein Beweis, daß in diesem Falle beym Austrocknen die elektrische Spannung an Geschwindigkeit verloren, an Größe aber gewonnen habe.

Es sey eine wichtige Frage, von welcher Beschaffenheit die Säule zweyter Art seyn müsse, damit diese neue Quelle von Elektricität in gleicher Richtung mit der Elektricität der Säule erster Art ströme? Die Schwefelsäure bilde mit jedem der beyden Metalle, mit welchen in der Volta'schen Säule jede Pappenscheibe an ihren entgegengesetzten Seiten in Berührung sey, ein metallisches Salz; nämlich am Zink schwefelsauren Zink, und am Kupfer schwefelsaures Kupfer. Diese beyden Salze seyen auch wirkliche Elektromotoren, aber auf eine sehr verschiedene Art; denn der schwefelsaure Zink ziehe Elektricität vom Zink an sich, das schwefelsaure Kupfer hingegen gebe Elektricität an das Kupfer ab. Die sich bildende Säule zweyter Art treffe also in der Richtung ihres elektrischen Stroms in diesem Falle glücklicher Weise mit der Säule erster Art (der Zink-Kupfersäule) zusammen.

Daß übrigens die Vermehrung der elektrischen Spannung von den genannten Salzen herrühre, die als Elektromotoren mit den Metallen wirkten, beweiset er noch durch folgende Versuche:

Digitized by Google

1. Um zu sehen, ob die Säule zweyter Art eine eigenthümliche, und von der Säule erster Art unabhängige elektrische Spannung besitze, setzte er eine Volta'sche Säule aus 10 Plattenpaaren Zink und Kupfer und Pappenscheiben zusammen, die mit sehr verdünnter Schwefelsäure getränkt waren; trennte in ihr aber die Zinkplatten von den Kupferplatten durch einfaches getrocknetes Papier, das er zwischen dieselben legte. Auf diese Art unterdrückte er gänzlich das elektromotorische Vermögen der Metallplatten unter sich, und vernichtete also die Säule erster Art. Die Spannung der so eingerichteten Säule war gleich nach ihrer Erbauung dem Anschein nach fast Null, indem sie in dem Goldblättchen eines sehr empfindlichen, mit dem besten Condensator versehenen Bennet'schen Elektrometers kaum ein Zeichen von Abstoßung gab. Einen Tag darauf aber, als die Pappenscheiben trocken geworden waren, fand sich die elektrische Spannung so außerordentlich erhöht, daß, als er etwa $\frac{1}{3}$ Minute lang die Sammelplatte des Condensators mit dem obern Ende der Säule in Berührung gelassen hatte, die Goldblättchen nach Aufhebung derselben bis zur Weite eines halben Zolles aus einander giengen. Es wirkte aber hier das zwischen beyde Metallplatten gelegte Papier seiner Natur gemäß nur als bloßer Leiter, und doch kam die Spannung dieser Säule ihrer Richtung nach mit der überein, welche die Zink-Kupfersäule gehabt haben würde, wenn die Papiere nicht zwischen den Metallplatten gelegen hätten. Bey genauem Untersuchen der Metallflächen, welche mit der Schwefelsäure in Berührung gewesen waren, zeigten sich deutlich jene beyden Salze gebildet, auf dem Zink der schwefelsaure Zink, und auf dem Kupfer das schwefelsaure Kupfer.

2. Nun setzte er eine sogenannte trockene Säule von 5 Plattenpaaren zusammen, und zwar aus Zinkblättchen, die auf beyden Seiten vollkommen polirt waren, und aus Papier, auf dessen einer Seite gepulverter Braunstein eingerieben worden war. Sie erregte eine elektrische Spannung, welche die Goldblättchen eines mit dem Con-

Digitized by Google

densator bewaffneten Elektrometers um $\frac{1}{2}$ Zoll aus einander trieb. Darauf befeuchtete er die eine Oberfläche der Zinkblättchen mit verdünnter Schwefelsäure, und nachdem diese sie in schwefelsauren Zink verwandelt hatte, der auf dem Metall fest saß, und dieses Salz trocken geworden war, setzte er wieder eine trockene Säule von fünf Plattenpaaren aus ihnen und aus schwarzem Braunstein zusammen, den er entweder, wie zuvor, auf Papier, oder unmittelbar auf die angegriffene Zinkfläche eingerieben hatte. Er erhielt auf diese Weise eine elektrische Spannung, welche fast doppelt so groß, als zuvor, war.

Hierdurch ist nach Herrn Zamboni hinreichend bewiesen, daß sich durch die trocken gewordenen schwefelsauren Salze eine Säule zweyter Art bildet, welche sich mit der Säule erster Art dahin vereiniget, daß die Größe der elektrischen Spannung dadurch vermehret wird; einer Wirkungsart, die seiner Säule eigenthümlich sey. Wenn man daher in seiner zuerst erfundenen Säule aus bloßem sogenannten Gold- und Silber-Papier, auf die in Vers. 1. beschriebene Weise noch schwefelsauren Zink dem sogenannten Silberpapier, und schwefelsaures Kupfer dem sogenannten Goldpapier hinzufüge, so müsse man eine Säule erhalten, deren Spannung nicht viel geringer sey, als die einer aus einfachem Silberpapier und aus Manganoxyd gebaueten Säule. Noch besser werde man aber die letztgenannte Säule zum höchsten Grad der elektrischen Spannung bringen, wenn man nach Vers. 2. das Silberpapier hinlänglich mit schwefelsaurem Zink auf die vorhin angeführte Weise schwängere.

Durch das Hinzufügen der schwefelsauren Salze werde nichts anders bewirkt, als daß eine Säule zweyter Art hinzukomme, welche sogleich durch die chemischen Produkte der Volta'schen Säule gebildet werde. Und da die chemischen und physiologischen Wirkungen dieser letzten gänzlich verschwänden, wenn beym Austrocknen der Flüssigkeiten die Oberflächen der Metallplatten sich in Salze verwandelten, die rein elektrische Wirkung aber, welche sei-

Digitized by Google

ter Säule eigenthümlich sey, von diesen Salzen neue Stärke und Kraft erhalte; so ersehe man, daß die Volta'sche Säule auf diese Art gleichsam die seinige vorbereite, und daß diese dann den höchsten Grad ihrer Kraft erreiche, wenn jene die ihrige verloren habe.

Durch fortgesetzte Untersuchungen über diese Säulen zweyter Art kam Herr Jamboni auf die Entdeckung einer neuen Säule, welche so zu sagen aus bloßem Silberpapier besteht, und so viel er wisse, noch von niemand anderm beschrieben sey. Schon vor zwey Jahren habe er diese Säule bekannt gemacht in einem Briefe an seinen Freund den Herrn Canonicus Angelo Bellani zu Monza; aber nur erst seit einem Monate sey es ihm gelungen, die Elemente zu entdecken, auf welchen sie beruhe.

Statt daß die bekannten Säulen aus drey Elementen (zwey Elektromotoren und einem feuchten Leiter) bestehen, hat diese neue Säule nur zwey Elemente, nämlich einen trockenen und einen feuchten Körper; letzterm kommen zu gleicher Zeit der einen Seite die Verrichtung eines trokkenen Körpers und auf der entgegengesetzten Seite die eines bloßen Leiters zu. Er kam auf diese sogenannte Zwey-elementige Säule durch die Bemerkung, daß man kräftigere Säulen als die aus Silberpapier und Manganoxyde erhält, wenn man, statt des Silberpapiers, Zinnblättchen oder auch Zinkblättchen und mit Manganoxyd bestreuetes und geriebenes Papier nimmt, in welchen Säulen also die Metallblättchen nicht auf dem Papiere aufgekleimet sind. Da er von der elektromotorischen Kraft überzeuget war, welche trockene und feuchte Leiter in ihrer Berührung äußern können, so wollte er versuchen, ob nicht Metallblättchen (als trockener Leiter), und Papier, (als feuchter Leiter), ohne Beyhülfe eines andern Elektromotors oder Leiters, eine mit der Anzahl der Plattenpaare steigende elektrische Spannung hervorzubringen im Stande wären. Er setzte daher eine Säule aus 20 kleinen Vierecken von bloßem Silberpapier zusammen, so daß die Metallflächen alle nach unten gekehret waren, und

Digitized by Google

berührte das obere Ende der Säule, mithin das des unbelegten Papiers, mit der Sammlungsplatte eines guten Condensators, während das untere Ende der Säule mit dem Fußboden verbunden war. Nach etwa $\frac{1}{2}$ Minute zeigte sich am Elektrometer eine Spannung von ungefähr $\frac{1}{3}$ Zoll. Da er den obern Pol der Säule, wo die unbelegte Papierfläche lag, positiv, den untern aber negativ fand, und die elektrische Spannung zunehmen sah, je mehr er Paare hinzusetzte, so zeigte dies offenbar, daß die Metallblättchen mit dem Papier, auf welches sie aufgeleimt sind, für sich allein und ohne alle andere Elektromotoren oder Leiter eine wirkliche elektrische Säule bilden, die mit der Säule erster Art in der Richtung ihres elektrischen Stroms übereinkommt.

Diese von Herrn Zamboni entdeckte zweyelementige Säule war ihm anfänglich sehr räthselhaft. Eine solche Säule, welche am Morgen sehr kräftig wirkte, sah er auf einmal am Abend unkräftig werden; 50 Platten von dem einen Silberpapier gaben an einem Tage nicht den Grad von elektrischer Spannung, den in demselben Augenblick 10 Platten eines andern Papiers erzeugten; feuchte oder trockne Luft schienen die eine Säule zu beleben, eine andere zu tödten. Er sah selbst in einigen die elektrische Polarität sich umkehren, und während gestern sich der negative Pol auf der Metallfläche und der positive auf der Rückseite der Silberpapierplatten gezeiget hatte, war heute die Metallseite positiv und die Papierseite negativ; ja er hatte selbst zwey zu derselben Zeit, aber von verschiedenem Silberpapier gebaute Säulen gehabt, deren Polarität entgegengesetzt war.

Da sich in diesen großen Verschiedenheiten die Feuchtigkeit der Atmosphäre, so wie die Feuchtigkeit des Papiers selbst auf alle Art thätig zeigte, so war es ihm darum zu thun, ein Säule zu bauen, deren Feuchtigkeit auf eine mehr beständige Weise wirkte. Daher bestrich er das Silberpapier mit Honig, und als es von demselben durchaus durchdrungen war, errichtete er daraus eine

Digitized by Google

Säule, wie zuvor. Diese hatte eine ziemliche Geschwindigkeit in der elektrischen Spannung, stand aber in der Größe derselben der vorigen weit nach, denn es war nun um denselben Grad der elektrischen Spannung zu erhalten, eine vier- bis fünfmal größere Anzahl von Plattenpaaren nöthig. Dabey zeigte sich der Honig positiv, und die Metallfläche negativ, ohne daß diese Polarität sich je umkehrete. Den folgenden Tag fand er diese Säule in der elektrischen Spannung geschwächt und nahe zu verlöschen. Für diese Erscheinung konnte er keine andere Ursache auffinden, als die Feuchtigkeit des Honigs selbst. Da die Platten genau an einander lagen, hob er sie einzeln etwas von einander ab, und lüftete sie, dadurch erhielt die Säule ihre vorige Wirksamkeit wieder. Dies Lüften der Platten bewirkte nach Herrn Zamboni nichts anders, als daß es die Anzahl der Berührungspunkte der einen Metallfläche mit dem feuchten Körper verminderte, und die elektrische Spannung, welche bey gleicher Berührung des Metalls von beyden Seiten her mit der Feuchtigkeit verschwand, dadurch wieder herstellte, daß es die Gleichheit der Berührung, und also auch die Gleichheit der entgegengesetzten elektromotorischen Kräfte vernichtete. Daß dies die richtige Ansicht sey, darin wurde er auch dadurch bestätiget, daß eine Säule aus Silberpapier, dessen Rückseiten er auf einander geleimet hatte, selbst nachdem sie trocken geworden war, nicht das geringste Zeichen von Elektricität gab. Bey dem Fall aber, wo die Berührungspunkte des feuchten Körpers auf einer Seite vermindert wurden, gewann dadurch der elektrische Strom wieder Kraft und bewegte sich von der Metallfläche, welche die größere Menge Berührungspunkte mit der Feuchtigkeit hatte, nach der entgegengesetzten Metallfläche, welche die Feuchtigkeit in einer geringern Anzahl von Punkten berührte. Wo also die Berührung mit dem feuchten Körper an den beyden Flächen des Metalls verschieden sey, da werden sich die beyden elektromotorischen Kräfte nicht gänzlich vernichten; denn seyen

Digitized by Google

gleich auch hier die beyden elektrischen Ströme einander entgegengesetzt, so seyen sie doch nicht von gleicher Stärke, vielmehr herrsche der elektrische Strom vor, den die mit mehreren feuchten Berührungspunkten versehene Metallfläche errege. Man könne daher sagen, daß bey dem Conflict dieser beyden einander entgegengesetzten und ungleichen elektrischen Ströme, der schwächere gänzlich überwunden werde, von dem stärkern aber, der von der mehr berührten Fläche zu der weniger berührten hinströme, ein Ueberschuß bleibe. Da nun das elektromotorische Vermögen des feuchten Körpers auf die Oberfläche, die von ihm in den wenigsten Punkten berühret sey, wenigstens in Hinsicht der Wirkung, nicht mehr existire, so bleibe jenem feuchten Körper nichts anders übrig, als den Ueberschuß von Elektricität auf das nächstfolgende Plattenpaar überzutragen, und da derselbe Hergang sich bey jedem einzelnen Paar wiederhole, so nehme die elektrische Spannung stufenweise zu.

Hieraus erhelle, daß der feuchte Körper in einem solchen Falle eine doppelte Verrichtung besitze; auf der einen Fläche sey er Elektromotor, auf der andern ein einfacher Leiter. Die Feuchtigkeit des Honigs in der vorigen Säule hänge sich, nachdem sie das Papier durchdrungen habe, an die innere Fläche des Metallblättchens, berühre dieselbe hier in einer größern Anzahl von Punkten, und wirke daher als Elektromotor, indem sie die Elektricität aus dem Metall an sich ziehe, indeß die Feuchtigkeit der äussern Oberfläche des unbelegten Papiers, die Metallfläche der über ihm liegenden Platte in einer geringern Anzahl von Punkten berühre, und mithin blos die Verrichtung eines einfachen Leiters versehe, und die Elektricität in diese Fläche übertrage. Indem nun der elektrische Strom aus dem Metallblättchen jedes Paares in die Feuchtigkeit des Honigs gehe, der an dem Metallblättchen fest hange, werde der Honig positiv, das Metall negativ. In den Säulen dagegen, die blos aus einfachem Silberpapiere zusammengesetzt seyen, könne die

Digitized by Google

Feuchtigkeit in der Rückseite des Papiers, sey es durch hygrometrische Einwirkung der Luft oder durch eine eigenthümliche Beschaffenheit des Papiers, größer seyn als die, welche sich an der innern Fläche des Metallblättchens angehängt habe, und dann müsse sich der elektrische Strom in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung bewegen, und von der Metallfläche der einen Platte zu der Rückseite der darunter liegenden gehen, bey welcher Umkehrung des elektrischen Stroms die Metallfläche positiv und die Rückseite des Papiers negativ werde. Mit einem Worte: Alles hange von der Wirkung der Feuchtigkeit ab, ob diese gleichmäßig, oder nicht die beyden entgegengesetzten Metallflächen und welche von beyden sie in den mehresten Punkten berühre.

Um sich von der Wahrheit des Gesagten noch mehr zu überzeugen, versuchte Herr Zamboni seine zwey-elementige Säule blos mit Metall und Wasser zu Stande zu bringen, und zwar in einem Apparat, der dem Volta'schen Becherapparat ähnlich ist. Er schnitt in dieser Absicht aus Stanniol, der auf beyden Seiten auf das glätteste polirt war, Vierecke von $\frac{1}{2}$ Zoll Seite, die jedes in einen höchst feinen, 2 bis 3 Zoll langen Schwanz ausliefen. Auf eine isolirte Fläche wurden in einem Kreise 30 kleine runde Uhrgläser gestellt und alle bis zu einer gewissen Höhe mit destillirtem Wasser gefüllt. Darauf legte er in das erste Uhrglas einen dieser Stanniolstreifen so hinein, daß das Viereck sich ganz darin befand, der Schwanz aber über den Rand dieses und des nächstfolgenden Glases herüberhieng, und mit seiner feinen Spitze das Wasser des zweyten Glases berührte. In diesem lag auf dieselbe Art das zweyte viereckte Blättchen, dessen Schwanz eben so in das dritte Glas hinüber reichte; und so gieng es fort bis zum dreyßigsten Glase. Es war daher das Wasser jedes Glases mit zwey ungleich großen und verschieden gestalteten Stückchen desselben Metalls in Berührung, nämlich an der einen Seite mit beyden Flächen eines viereckten Stanniolblättchens und an der andern

Digitized by Google

mit der Spitze des Schwanzes des nächst vorhergehenden Blättchens. Er setzte darauf einen zweyten Apparat ganz auf ähnliche Weise aus 30 Gläsern mit Stanniolblättchen und destillirtem Wasser, nur mit dem einzigen Unterschied zusammen, daß die Form der Stanniolblättchen und ihre Berührung mit dem Wasser eine andere war; sie bildeten nämlich länglichte Vierecke, und jedes derselben stand gleichsam reitend auf den Rändern zweyer neben einander stehender Gläser, und tauchte mit seinen beyden äußersten Seiten gleich tief in das Wasser der beyden Gläser ein, so daß in jedem Glase das Wasser auf beyden Seiten mit zwey gleichen Metallflächen in Berührung stand. Nachdem nun alles so vorbereitet war, untersuchte er mit einem sehr empfindlichen Bennet'schen Elektrometer, das mit einem guten Condensator versehen war, beyde Apparate. Als er in dem erstern, in welchem das Wasser mit ungleich großen Metallflächen in Berührung war, die Sammelplatte des Condensators $\frac{1}{2}$ Minute lang mit dem Wasser des ersten Glases in Berührung erhalten hatte, während das Wasser des letzten Glases mit dem Boden verbunden gewesen war, zeigte sich am Elektrometer eine positive elektrische Spannung; indeß, wenn das Wasser des letzten Glases mit dem Condensator und das des ersten Glases mit dem Boden verbunden wurde, sich eine negative Spannung äußerte. An dem zweyten Apparate dagegen, in welchem das Wasser jedes Glases mit zwey gleich großen Theilen der Metallblättchen in Berührung war, vermochte er bey wiederholten, mit der größten Genauigkeit angestellten Versuchen, nie auch nur das geringste Zeichen von Elektricität zu entdecken.

Durch das paarweise Zusammenfügen des schwarzen Manganoxyds mit Wasser oder mit schwefelsaurem Zink konnte Zamboni keine zwey-elementige Säule erhalten; Brachte er aber den schwefelsauren Zink mit Zinn oder Zink zusammen, so verhielt sich die Sache anders. Als er eine Auflösung von schwefelsaurem Zink in Wasser auf die Rückseite des Silberpapiers bis zur gänzlichen Durch-

Digitized by Google

bringung desselben aufgetragen hatte, in solcher Menge, daß nach dem Verdampfen des Wassers eine sichtbare Salzlage auf der Rückseite des Silberpapiers zurückblieb, und nun aus dem so zubereiteten Silberpapier eine Säule von 20 Vierecken, ohne irgend einen andern Leiter oder Elektromotor aufbauete; so fand sich die elektrische Spannung dieser Säule fast doppelt so groß, als die einer Säule von 20 Vierecken desselben Silberpapiers ohne schwefelsauren Zink. Hier äußerte es sich also sehr deutlich, daß die innere Fläche des Metallblättchens mit den durch das Papier hindurchgedrungenen Salztheilchen in einer viel größern Anzahl von Punkten sich berührte, als die äußere Fläche des Metallblättchens mit den an der Rückseite des Silberpapiers haftenden Salztheilchen.

Dieselbe Zunahme an elektrischer Spannung hatte er auch beobachtet, wenn schwefelsaures Kupfer mit den Metallblättchen des Goldpapiers verbunden wurde; jedoch mit dem Unterschiede, daß das schwefelsaure Kupfer negativ elektrisch, das Metallblättchen positiv elektrisch sich zeigte. Diese Polarität kehrt sich niemals um, welches auch immer der hygrometrische Zustand der Luft seyn mochte, wie das bey der aus Silberpapier und schwefelsaurem Zink bestehenden Säule der Fall war. In dieser letzten Säule zeigte sich das Salz, nachdem es trocken geworden war, positiv, das Metallblättchen negativ, welche Polarität sich auch bey den Arten von Silberpapier äußerte, die ohne das schwefelsaure Zink ihr Metallblättchen positiv und ihre Rückseite negativ zeigten; efflorescirte aber das Salz oder kam eine starke Feuchtigkeit dazu, so sah er allemal den schwefelsauren Zink negativ und das Metallblättchen positiv werden. Man sehe also, warum jede der zwey in seiner ersten aus Gold- und Silberpapier zusammengesetzten Säule enthaltenen zwey-elementigen Säulen an Kraft gewinnen mußte, als er das Silberpapier mit schwefelsaurem Zink, das Goldpapier mit schwefelsaurem Kupfer verband.

Digitized by Google

Von den trockenen Säulen, welche aus Silberpapier zusammengesetzet werden, dessen Rückseite man mit schwarzem Manganoxyd bestreuet hat, glaubt daher Herr Zamboni folgendes mit Sicherheit behaupten zu dürfen:

1. Es läßt sich aus bloßem Silberpapier, ohne daß irgend ein anderer Elektromotor als Leiter hinzukommt, eine wahre elektrische Säule zusammensetzen.

2. In ihrer Polarität kann diese zwey-elementige Säule mit der Säule der ersten Art oder der drey-elementigen Säule aus schwarzem Manganoxyd und Silberpapier übereinstimmen; und zwar ist dieses alsdann der Fall, wenn das Metallblättchen negativ, die Rückseite positiv elektrisch ist.

3. Aus welcher Art von Silberpapier auch diese Säule bestehe, immer gewinnt sie sehr an Kraft, und stimmt mit der Säule erster Art in der Polarität überein, wenn das Silberpapier mit schwefelsaurem Zink getränkt und dann getrocknet wird.

Will man also dieses Salz zu einer Säule gebrauchen, so bereite man das Silberpapier bey trockenem Wetter zu, und lasse die Auflösung des schwefelsauren Zinks, nachdem man sie auf die Rückseite des Papiers gebracht hat, eintrocknen, indem man diese Rückseite in die Sonne oder an das Feuer hält. Dann bringe man gut getrocknetes schwarzes Manganoxyd darauf, setze sogleich die Säule zusammen, und verwahre sie, damit sie nicht an ihrer Kraft verliere, gleich nach dem Aufbauen sorgfältig vor aller Einwirkung der Luft.

Herr Zamboni giebt nun auch die Mittel an, die man anzuwenden hat, um bey trocknen Säulen die Elektricität beständig zu erhalten.

Zuerst haben diejenigen Säulen den Vorzug, welche etwas langsamer ihre eigene Spannung mittheilen. Sie enthalten gewöhnlich mehr Elektricität und sind auch am fähigsten sie zu bewahren. Denn die große Geschwindigkeit des elektrischen Stroms hängt von einer größern Feuchtigkeit des Papiers oder des Salzes ab; diese kann

Digitized by Google

sich aber, wenn die Plattenpaare genau mit einander verbunden über einander stehen, leicht von einem Paar zum andern hinabziehen, und diese Feuchtigkeit schwächt, wenn sie längs der Plattenpaare hingeht, die Säule der zweyten Art so gut wie die Säule der ersten Art. Wirkt aber eine Säule etwas langsam, so ist es um so mehr nöthig, die Basis derselben mit dem Erdboden durch Hülfe der besten Leiter zu verbinden, damit sie aus dem Erdboden die zu ihrer Ladung nöthige Elektricität an sich saugen und leicht in sich fortbewegen könne.

Zweytens empfiehlt Herr Zamboni vorzüglich das Isoliren gewisser Theile seiner trockenen Säule. Diese Theile sind: die Ränder der Plattenpaare, der obere Pol jeder Säule, und der metallene Ring des schwingenden Pendels. Er hatte sich mit der Zeit überzeugt, daß die meisten durchaus überfirnißten Gläser den Dienst der Isolatoren sehr schlecht versehen. Nach manchen fruchtlosen Versuchen hat er endlich gefunden, daß das sicherste Mittel, die Plattenränder zu isoliren, ist: die Säule in eine Röhre von Krystallglas zu setzen, welche etwas weniges weiter als die Säule selbst ist, und dann in den Zwischenraum zwischen der Säule und der Wand der Röhre einen noch lauen Firniß von Wachs und Terpentin zu gießen, bis die ganze Röhre von oben bis unten damit angefüllt ist. Der Firniß giebt zugleich, indem er sich etwas zwischen die Ränder der Platten hineindringt, das beste Mittel ab, jede Gemeinschaft zwischen denselben zu verhindern.

Um den obern Pol der Säule zu isoliren, ist es nothwendig, so viel als möglich die Berührung des Metalls mit dem Glase, selbst, wenn dies überfirnißt ist, zu verhüten. In dieser Hinsicht verschließet Zamboni die Oeffnung der Röhre mit Siegellack, und überzieht diese Decke und die Röhrenwand mit einer starken Lage guten Firniß; mitten durch diesen Firniß muß der leitende Draht hindurchgehen, welcher den obersten Theil der

Digitized by Google

Säule mit der Kugel, die auf ihm steht, in Verbindung setzt.

Um den Ring des Pendels gut zu isoliren, muß man nicht den Stiel desselben durch eine sehr feine Glasröhre stecken, sondern an dem Ring eine kleine Basis von Siegellack, zwey bis drey Linien hoch, anbringen, und in diese die Spitze des Stiels befestigen.

Endlich muß auch die Bewegung des Pendels so regulirt werden, daß jede Säule Zeit gewinne, den Verlust an Elektricität wieder zu ersetzen, den sie bey jedem Anstoßen des Ringes an die Kugel erleidet.

Nachdem Herr Zamboni seine trockene Säule durch den Zusatz von schwarzem Manganoxyd und von schwefelsaurem Zink so sehr verstärket hatte, so gelang es ihm auch, außer andern bekannten Wirkungen an einer Säule von 2000 Paaren Funken beym Tageslichte wahrzunehmen. Ferner ladete sich eine Leidner Flasche von 4 bis 5 Quadratfuß an dieser Säule so stark, daß sie einen Schlag gab, der Arm und Brust heftig erschütterte. Um den Funken der Säule bis zu einem Zoll und darüber zu vergrößern, bedarf man nichts mehr, als daß man den Condensator zu Hülfe nimmt und die Sammelplatte desselben an den einen Pol der Säule hält, während man den andern mit dem Erdboden verbindet. Soll aber einen solchen verstärkten Funken die Säule unmittelbar geben, so muß man eine größere Anzahl von Plattenpaaren nehmen. Zehntausend Paar geben einen Funken auf $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung. Damit die Kraft mit zunehmender Anzahl der Paare fortwährend wachse, muß der wirksame Pol sehr gut isolirt seyn, wozu er kein besseres Mittel fand, als das obere Ende der Säule in einer innerlich und äußerlich mit gutem Firniß überzogenen Flasche aus Krystallglas luftdicht zu verschließen. Man läßt die obern 2 bis 3 Zoll der Säule durch eine im Boden der Flasche gemachte Oeffnung in die Bauchung derselben hinaufgehen, küttet die Röhre, worin die Säule stehet, durch eine dicke Lage von Firniß gut in diese Oeffnung ein, und

Digitized by Google

verschließt die Mündung der Flasche mit einem eingeschmirgelten Stöpsel luftdicht. Nur wenn man die Säule gebrauchen will, nimmt man den Stöpsel heraus, und setzt einen Metalldraht, den man in die Flasche bringt, mit dem Pole der Säule in Verbindung. Aus diesem Drahte erhält man die Funken, mit welchen man die Flaschen laden oder andere elektrische Versuche machen kann. Nach Beendigung derselben zieht man den Draht wieder aus der Flasche, und setzt den Stöpsel fest hinein, um diesen beständigen Behälter der Elektricität fortdauernd im guten Stande zu erhalten.

Auch bemerket Herr Zamboni noch, daß diese Säule besonders dazu geeignet sey, die Identität der Flüssigkeit, welche in derselben wirkt, mit der durch die gewöhnliche Elektrisirmaschine erregten damit außer Zweifel zu setzen. Man bringe nämlich den positiven Pol der Säule mit dem positiven Leiter der Elektrisirmaschine, und den negativen Pol der Säule mit dem Erdboden in leitende Verbindung, oder verbinde den negativen Pol der Säule mit dem negativen Leiter der Elektrisirmaschine, während ihr positiver Pol mit dem Erdboden verbunden ist; so wird in beyden Fällen nach einer oder nach zwey Umdrehungen der Elektrisirmaschine die elektrische Kraft an beyden Polen der Säule bis zum Uebermaaß gesteigert werden. Kehrt man dagegen den Versuch um, und verbindet den positiven Pol der Säule mit dem negativen Leiter der Elektrisirmaschine, oder den negativen Pol der erstern mit dem positiven Leiter der letztern, und setzt die Maschine in Bewegung, so wird in beyden Fällen die Elektricität der Säule an beyden Polen in kurzer Zeit vernichtet.

Zuletzt führet Herr Zamboni noch an, daß bereits im Anfange des Jahres 1814 der Mechanikus zu Verona, Herr Streizig, eine trockene Säule mit einem Uhrwerke versehen öffentlich ausgestellet, und daß er nachher, als er seine Säule verbessert, auch seine Maschine vervollkommnet, und im Februar 1815 mit einem höchst einfachen Uhrwerk von zwey Rädern versehen habe, welches Stun-

Digitized by Google

den und Minuten zeigte. Es sey daher ein volles Jahr früher eine solche Vorrichtung zu Verona bekannt gewesen, ehe der Mechanikus Herr Ramis zu München dergleichen verfertiget habe.

Im Jahre 1817 hat Herr Zamboni eine noch größere Vollkommenheit seiner Säule dadurch erreichet, daß er die Glasröhre, in welcher sie bewahret ist, in eine Leidner Flasche verwandelt hat, welche beständig durch den wirkenden Pol der Säule geladen ist. Auf diese Art wird die Kugel, mit welcher sich seine Säule endiget, stets auf das geschwindeste geladen, selbst im Winter; und die Berührung des Pendels vermindert sie nicht bedeutend, vorausgesetzt, daß sie gut isoliret sey.

Die Entdeckung des Herrn Zamboni durch die zweyelementige Säule wurde anfänglich bezweifelt, indem man sich bey Wiederholung der Versuche des Herrn Zamboni nicht davon überzeugen konnte, daß die äußerst schwache Spannung, welche man mannichmal wahrnimmt, als wirklich elektromotorische Wirkung einer zweyelementigen Säule angesehen werden könne. Allein der Herr Professor Ermann *) in Berlin hat mittelst mehrerer Versuche erwiesen, daß die sogenannte zwey-elementige Säule des Herrn Zamboni ihre völlige Richtigkeit habe.

Herr Prof. Ermann macht zuerst die Bemerkung, daß wir kein Recht haben, zu behaupten, es vermöge kein Körper von starrer Aggregation die von zwey andern starren Körpern, mit welchen jener in Berührung ist, erregte elektrische Thätigkeit fortzuleiten, ohne selbst eine solche Thätigkeit in bedeutendem Grade mit ihnen ursprünglich zu erregen; denn auch die flüssigen Körper, welche diese Fortleitung äußern, zeigen unter gewissen Umständen beträchtliche eigenthümliche elektromotorische Thätigkeiten. Ließe sich also wirklich kein starrer Körper auffinden, vermittelst

*) Abhandlung der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus den Jahren 1816-1817. Berlin, 1819. 4. S. 219. ff.

Digitized by Google

dessen, als vermittelnden Gliedes, die Elektricität mehrerer einfacher starrer Ketten sich summiren kann, so würde dadurch bewiesen seyn, daß Zersetzung und Zerfällen durch chemische Polarität eine nothwendige Bedingung jedes Summirens mehrerer Ketten sey, — indeß jede einfache Kette aus zwey heterogenen Körpern ohne Chemismus bestehen kann, Volta's Fundamentalversuch gemäs. Aus diesem Grunde sey auf das Gelingen des Baues einer wahrhaft trockenen Säule ein großer Werth zu legen.

In einer solchen trocknen Säule könnte durchaus keine Veränderung der Körper statt finden, aus welchen sie zusammengesetzet sey. Sie müßte daher nothwendig eine nie versiegende Quelle elektrischer Thätigkeit besitzen, und was sie einmal durch die entgegengesetzte Wirkung ihrer Pole in Bewegung gesetzet hätte, würde eine Art von perpetuum mobile vorstellen. Das Gelingen einer solchen Säule sey zwar schon oft angekündiget worden, jedesmal aber habe sich der hygrometrische Zustand des vorgeschlagenen festen Körpers als Ursache einer Täuschung nachweisen lassen. Was besonders den von de Luc ausgegangenen festen rein-physischen Elektromotor betreffe, dessen für sich unveränderliche Spannung einen festen Punkt für die elektromotorische Skale abgeben, und der durch Schwankungen um diesen Spannungspunkt das jedesmalige elektrische Verhältniß zwischen dem Erdboden und der Atmosphäre nachweisen sollte; so habe er sich durch eine Reihe nach großem Maasstab und anhaltend angestellter Versuche und Beobachtungen überzeugt, daß auch diese Säule weder trocken, noch immerdauernd, noch meteorologisch sey.

Ein Gleiches gelte von den so berühmt gewordenen sogenannten trocknen Säulen des Abbé Zamboni, von welchen ein solches Resultat der Untersuchung um so mehr zu erwarten war, da Papier, welches einen großen Theil der Säule ausmacht, an sich schon hygroskopisch ist, und von Zamboni noch mit Honig überzogen ward, um eine Schicht Manganoxyd darauf befestigen zu können. Nur

Digitized by Google

der Sorgfalt, mit der man diese Säulen gegen das Verdünsten durch Ueberziehen mit Harz und Einschließen in Glasröhren schützte, verdankte sie eine Dauer von mehreren Jahren. Doch hat Herr Ermann trotz dem das Pendel, welches sie in Bewegung setzten, endlich in Stillstand versetzt gesehen. Auch selbst leuchte aus der eigenen Theorie des Herrn Zamboni deutlich hervor, daß die elektrische Thätigkeit seiner Säule vorzüglich von der Feuchtigkeit abhange, und daß sie ganz verlösche, wenn alles im völlig trocknen Zustande sich befindet. Indessen hätten die Bemühungen des Herrn Zamboni, seiner immer noch chemisch bedingten Säule, wenn nicht die Unsterblichkeit, doch ein viel längeres und regeres Leben zu sichern, ihn durch mannigfaltige Combinationen endlich zu dem, in physischer, chemischer und physiologischer Hinsicht gleich wichtigen und unerwarteten Erfahrungssatz geführet, daß: wenn sich ein und derselbe starre Leiter mit ungleichen Berührungsflächen im Conflikt mit einem feuchten Leiter befindet, die bloße Ungleichheit der Berührungsflächen hinreichend ist, um einen Gegensatz der elektrischen Thätigkeiten zu bedingen, und nach einer Richtung die positive, nach der andern die negative zu erregen.

Herr Ermann machte besonders auf folgende Momente der Untersuchung aufmerksam. Er sagt, die mathematische Berechnung der Säule geht davon aus, daß die elektrische Spannung zwischen je zwey heterogenen Körpern eine beständige Größe ist, durchaus unabhängig von der absoluten oder relativen Größe der zwey im Conflikt kommenden Körper. Zink und Silber geben stets dieselbe Spannung, die Schriben mögen von 1 Quadratlinie oder 1 Quadratfuß Fläche, mögen gleich oder ungleich seyn, und mögen sich in einem oder sehr vielen Punkten berühren. Der neue Erfahrungssatz behauptet dagegen für Ungleichheit der Berührungsflächen nicht etwa blos verschiedene Grade, sondern sogar verschiedene Arten der elektrischen Thätigkeit.

Digitized by Google

Wir glauben, die Spannungsreihe der Körper als wirklich mit der chemischen Disjunktion zusammenfallend zu durchschauen, so daß aus der positiven oder negativen elektrischen Funktion auf den Werth von Oxygen oder Base zu schließen sey. — Der neue Erfahrungssatz behauptet: Ein und dasselbe Stück Metall, welches das reine Wasser von zwey Seiten berühret, werde an der einen Seite positiv, an der andern negativ, wenn die Berührungsflächen von verschiedener Größe sind. — Unter welches Princip diese beyden Sätze zu bringen seyn, davon giebt Herr Ermann einige Ideen an, die wohl einer genauen Prüfung werth wären, um die Realität der zweyelementigen Säule des Herrn Zamboni zu entwickeln, wo der Elektromotor sich blos auf den geometrischen Unterschied der Berührungsfläche sich gründet.

Herr Ermann führet an, daß er schon vor vielen Jahren zufällig Scheiben Goldpapier in einer andern Absicht zu Säulen auf einander geschichtet, und bey mehreren derselben eine schwache elektrische Ladung bemerket hatte, allein er hielt sie damals nur für den Erfolg einer zufälligen Reibung, verbunden mit der halbleitenden Eigenschaft des Papiers. Jetzt errichtete er aber eine zweyelementige Säule aus 1100 Schichten Goldpapier, und fand, daß selbige im isolirten Zustande den Condensator an jedem Ende entgegengesetzt ladete, daß sie ihren Indifferenzpunkt gerade in der Mitte hatte, und daß die ableitende Berührung des einen Pols jedesmal den entgegengesetzten auf ein größeres Maximum der Spannung brachte. Gerade dasselbe zeigten schon 30 Schichtungen nur minder kräftig. Und eben so 100 Schichtungen Silberpapiers.

Die Umkehrungen der Pole, welche Zamboni erwähnet, hat Ermann bey diesen Säulen selten gesehen, ob er gleich die größere von 1100 Schichtungen mehrere Monate lang beobachtete. Er fand blos, daß ihre Wirkung allmählig abnahm, und am Ende ganz erlosch, aber ohne Uebergänge in das entgegengesetzte; und eben so war das verhältnißmäßig mit den kleinern Säulen der Fall.

Digitized by Google

Höchst auffallend war hier, wie bey allen trockenen Säulen, der Einfluß der Temperatur. Man brauchte die Säule von 1100 Schichtungen nur ¼ Stunde lang dem Sonnenlichte auszusetzen, so ladete sie das Elektrometer ohne Condensator unmittelbar bis zum Anschlagen der Goldblättchen, und ihre Spannung stellte sich auffallend wieder her. In der gewöhnlichen Temperatur brauchte schnell man dagegen mit einem guten Condensator über 5 Minuten Zeit, um bey dieser durch die Dauer bereits sehr geschwächten Säule die ersten Spuren einer Divergenz an demselben Elektrometer wahrzunehmen.

Herr Zamboni fand als den normalen Zustand dieser Art Säulen, die positive Ladung des Papiers, und die negative des Metalls; Herr Ermann fand dagegen gerade umgekehrt, sowohl für Gold- als Silberpapier, den Pol, nach welchem das Metall liegt, positiv, und den entgegengesetzten negativ. Ueberhaupt nahm Hr. Ermann an Säulen dieser Art Widersprüche von den Beobachtungen des Herrn Zamboni wahr, die ihm wenig Hoffnung übrig lassen, die durch so viele Anomalien verschlungenen Gesetze dieser elektrischen Systeme, mittelst der geschichteten Papierstreifen zu entdecken. Die Verschiedenheit der Materialien und des technischen Verfahrens bringen bey dem Metallisiren des Papiers verborgene Heterogeniäten mit ins Spiel, und selbst in dem günstigsten Falle kann man immer noch mit Recht Spuren von Wirkungen einer wahrhaft dreyfachen Combination: Metall, Papier und hygroskopisches Wasser vermuthen.

Herr Ermann glaubet daher, daß zu diesen Untersuchungen am meisten der Becher-Apparat tauglich ist, so wie ihn auch Zamboni bereits dazu angewendet hatte. Ersterer wiederholte den Zambonischen Versuch mit 30 Gläsern, deren jedes ungefähr 1 Pfund Regenwasser enthielt, und errichtete aus ihnen einen Becher-Apparat mit bloßem Zink, der aber das Wasser an seinen beyden Enden mit sehr verschiedenen Flächen berührte, von 29 Quadratzoll die eine, von 2 Quadratlinien die andere.

Digitized by Google

Schon nach einigen Minuten war eine entschiedene Polarität da; das Bennet'sche Elektrometer kam durch einen Condensator zum Anschlagen, und mittelst zweyer Condensatoren erhielt er Divergenzen von 5 bis 6° am Volta'schen Strohhalmelektrometer, wenn der jedesmal entgegengesetzte Pol mit dem Boden in ableitender Berührung war.

Hatte er beyde Pole des Apparats isolirt, so gab das 15te Glas, das mittelste, durchaus keine Divergenz, und zeigte sich als der beyde Theile genau halbirende Mittelpunkt; sobald aber eine Ableitung an dem positiven oder negativen Endpunkte angebracht wurde, gab dieses mittelste Glied der Säule die entsprechende negative oder positive Spannung.

Es ist also in diesem Apparate aus zwey Elementen ein wahrer Ladungsprozeß, ganz analog dem der Säule mit dreyfacher Heterogenität, nicht zu bezweifeln, wenigstens nicht für den ersten Augenblick der Zusammensetzung; denn hinterher folgen scheinbare Anomalien. Da Herr Ermann in diesem Versuche das Zink positiv und das Wasser negativ fand, gerade entgegengesetzt der Bestimmung des Herrn Zamboni, so wäre es nicht unmöglich, daß die Verschiedenheit in der absoluten Größe der Apparate diesen Unterschied bedingte. Bey dem Ermann'schen wirkte eine Gesammtfläche von 870 Quadratzoll Zink auf eine Gesammtmasse von beyläufig 30 Pfund Wasser; bey Zamboni dagegen wirkten nur 15 Quadratzoll Metallfläche und so viel Wasser, als 30 Uhrgläser Wasser fassen können. Herr Ermann setzte daher einen kleinern Becher-Apparat von 30 Schalen zusammen, worin die Zinkscheiben nur einen Quadratzoll Oberfläche hatten, aber auch in diesem Apparate fand er den Pol der größern Flächen positiv, den der Spitzen negativ. Herr Ermann weiß diesen Widerspruch nicht zu lösen.

Folgende Sätze geben einige Resultate von Ermann's bisheriger Prüfung:

Digitized by Google

1. Die Intensität der Wirkung scheint nicht der absoluten Größe der Oberflächen proportional zu seyn. Denn es gaben ihm 30 Zinkplatten, jede von 29 Quadratzoll, und eben so viele von 1 Quadratzoll Oberfläche, fast dieselbe Spannung. Ob die absolut kleinen Oberflächen, auf große Wassermassen wirkend, einen Unterschied geben, müsse noch untersuchet werden, und sey sehr wichtig.

2. Dagegen scheint sich die Dauer der Wirkung nach der Größe der Oberfläche zu richten. Für die Dauer des großen Apparats mit Zinkflächen fand er so viel Wochen, als Tage für die Dauer des kleinen.

3. Verschiedene Metalle geben verschiedene Polarität, und zwar, wie es scheint, nach ihrem Werth in der Spannungsreihe. Ein aus 30 Quadraten reinem Silber, jedes von einem Quadratzoll Fläche, zusammengesetzter kleiner Becherapparat, gab die umgekehrte Polarität von der des Zinks, nämlich negativ für den Pol der breiten Flächen, positiv für den der Spitzen. Durch genaue Prüfung fand er in der That Wasser positiv gegen eine einzelne Zinkplatte, dagegen negativ gegen eine einzelne Silberplatte.

4. Alle elektromotorische Apparate dieser Art, sowohl die säulenartigen, als die Becher-Apparate, verlieren nach längerer oder kürzerer Zeit alle elektrische Spannung.

5. Wird in einem Apparate, dessen Wirkung erloschen ist, der geometrische Unterschied zwischen ihren Spitzen und ihren breiten Oberflächen vermehret, so zeiget sich sogleich die vorige Thätigkeit wieder. Herr Ermann fand dies auf folgende Art. Wenn der Becher-Apparat sowohl bey Zink, als bey Silber aufgehöret hatte zu wirken, legte er unter Wasser auf jede breite Fläche ein Quadrat von demselben Metall, ohne an den Spitzen etwas zu ändern, und nun fand sich die Ladung wieder hergestellt.

Aus diesem Versuche folgerte Herr Ermann: a) daß das Erlöschen der Thätigkeit nicht von einer veränderten Qualität des Wassers abhängt, denn dies blieb unver-

Digitized by Google

ändert bey der Einführung der additionellen Oberflächen. b. Daß aber auch nicht durch Oxydation der Metalle dieses Erlöschen bedingt zu seyn scheinet; denn reines Silber wird nicht wahrnehmbar oxydirt durch reines bloßes Wasser und doch erlosch der Silber-Apparat fast schneller, wie der Zink-Apparat. Herr Zamboni bezieht das Erlöschen der Thätigkeit und die Umkehrung der Pole des Zink-Apparats auf den vom elektrischen Werth des Wassers verschiedenen Werth des Zinkoxyds im Conflikt mit reguliniſchem Zink. Diesem widerspricht aber Herr Ermann nicht blos auf den Grund seiner Beobachtung mit dem Silber, sondern auch, weil er den elektrischen Werth des Zinkoxyds gleichartig dem des Wassers fand. Die Gelegenheit zu dieser Untersuchung gab ihm der Becher-Apparat von 870 Quadratzoll Zinkblech, als er nach anderthalb Monaten so viel Oxyd erzeuget hatte, daß nicht blos beyde Oberflächen gleichförmig damit bedeckt waren, sondern daß auch in jedem der 30 Gläser der Boden mit einem dicken Niederschlag belegt war, welcher gesammlet, und auf einer glühenden Eisenmasse abgedampft, 372 Grän wog, und theils aus reinem, theils aus kohlensaurem Zinkoxyd bestand. Mit diesem Produkt der Oxydation bedeckte er eine metallisch-blanke Zinkplatte von 36 Quadratzoll Oberfläche und fand nun das Oxyd sowohl in dem feuchten Zustande, in welchem es das Metall im Apparate überzogen hatte, als im nachherigen scharf getrockneten Zustande, bestimmt negativ gegen das metallische Zink, gerade wie das Wasser selbst. Es kann daher die Umkehrung der Pole nicht gerade zu von der bloßen Oxydation abgeleitet werden, wenigstens nicht in dem Sinne, wie es Herr Zamboni thut.

6. Die Natur der Flüssigkeit ist auch bey diesen elektromotorischen Systemen von entschiedenem Einfluß. Zinn hatte im Becher-Apparate mit reinem Wasser nach zwey Tagen aufgehört mit bestimmter polarischer Spannung zu wirken. Er löſete nun in jedem der 30 Gläser einige Gran salzsaures Natron auf, und augenblicklich

Digitized by Google

war die frühere — Elektricität des Pols der Spitzen, und die + Elektricität der breiten Flächen, in einer Intensität und Menge wieder hergestellet, welche das frühere weit übertraf; aber die Dauer dieser Spannung war im umgekehrten Verhältniß ihrer Intensität. Die comparative Wirkung von sauren und basischen Flüssigkeiten gab nach Verschiedenheit der Metalle so verwickelte Erscheinungen, daß er noch keine Uebersicht gewinnen konnte.

Ueberhaupt bietet diese ganze Klasse von Combinationen so viele Anomalien und Uebergänge aus einem Zustande in den entgegengesetzten dar, daß es nur einer sehr anhaltenden Aufmerksamkeit gelingen kann, die durchgängige Gesetzmäßigkeit für sie aufzufinden; um so mehr, da die nothwendige Anwendung des Condensators sehr oft mit möglichster Täuschung bedroht.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 45. ff. S. 476. f. B. XXX. S. 67. f. B. XXXII. S. 45. f. B. XXXVI. S. 359. f. f. B. XXXVIII. S. 121. B. XLII. S. 227. f. B. XLIV. S. 229 ff. B. XLIX. S. 35. ff. B. L. S. 87. ff. 214. ff. B. LII. S. 353. B. LIII. S. 337. ff. B. LIV. S. 1. ff. S. 388. ff. B. LV. S. 165. B. LVIII. S 342. B. LX. S. 151. f. B. LXIV. S. 45. ff. G. J. *Singer* Elements of Electricity and Electro-chemistry. Lond. 1814. 8. übers. von Müller. Berlinisches Jahrb. für die Pharmacie ꝛc. 1817. S. 223. ff. Schweigger's Journal ꝛc. B XVII S. 335. ff. Tübinger Blätter für Naturwissenschaft und Arzeneykunde. B. II. St. 1. S. 27. ff. Philosoph. Transact. for 1809. for 815. P. II. p. 363. sqq. Annales de Chimie et de physique p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. To. II. p. 76 sqq.

Benzoesäure (Zus. z. S. 310. Th. I). Auf die meisten Metalle wirkt diese Säure nur schwach; allein mehrere Metalloxyde löset sie auf. Nach den Versuchen des Herrn Trommsdorf scheinen die salzfähigen Grundlagen, in Hinsicht ihrer Verwandtschaft zur Benzoesäure in folgender Ordnung zu stehen:

Digitized by Google

Weißes Arsenikoxyd	Baryterde
Kali	Kalkerde
Natrum	Talkerde
Ammonium	Alaunerde.

Um sich eine recht reine Benzoesäure zu bereiten, empfiehlt Herr Hatchette das Verfahren, die Benzoe mit Schwefelsäure zu digeriren, wo sich dann eine bedeutende Menge schön krystallisirter Benzoesäure sublimirt.

M. s. Trommsdorf Journ. der Pharmacie. B. I. St. 1. S. 162. ff. Philos. Transact. for 1805.

Berlinerblausäure (Zus. z. S. 333. Th. I.). Porret *) der jüngere hat die Zerlegung dieser Säure versuchet, und dadurch das, was schon Scheele vermuthete, und Berthollet so deutlich aussprach, vollkommen bestätiget, daß sie eine Verbindung aus Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff sey. Hr. Gay-Lussac **) bemerket aber, daß Herrn Porret's Arbeiten nicht allenthalben richtig sind, und glaubet, daß sie bisher noch nicht ganz rein ist dargestellet worden. Es glückte ihm zuerst, die Blausäure ganz rein zu finden, indem er gewöhnliches blausaures Queckſilber durch Salzsäure zu zersetzen suchte. Sie ist eine farbenlose tropfbare Flüssigkeit, welche einen sehr starken Geruch, und einen anfangs erfrischenden, dann brennenden Geschmack hat, und ist eins der heftigsten Gifte. In Ansehung der Flüchtigkeit übertrifft sie noch den Schwefeläther, und diese Eigenschaft reicht schon hin, sie selbst, so gar in Luft, die eine Wärme von 20° nach dem hunderttheil. Therm. hat, gefrieren zu machen. In diesem Zustande krystallisiret sie regelmäßig und nimmt bisweilen die farbige Gestalt des salpetersauren Ammoniak an. Auch fand Herr Gay-Lussac durch möglichst genaue Versuche, daß der Dampf der Blausäure aus 1 Raumtheil Kohlenstoff-Dampf, ½ Raumtheil Stickstoff und ½ Raumtheil Wasserstoff bestehe.

*) *Thomson's* Annals of Philosophy. N. XXX. p. 454. N. XXXI. p. 70.

**) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIII. S. 1. u. f.

Digitized by Google

Durch Zersetzung thierischer Körper kann die Berlinerblausäure auf folgende Art gebildet werden:

1. Durch Einwirkung des Feuers bildet sich Blausäure, wenn man Knochen, Blut, Blasensteine der Einwirkung des Feuers in einer Destillirgeräthschaft aussetzt. Unter diesen Umständen ist sie mit Ammonium verbunden.

2. Durch Einwirkung der Salpetersäure. Ist diese Säure schwach, so treibt sie bey ihrer Einwirkung auf die thierische Substanzen zuerst den Stickstoff aus: ist sie stark und concentrirt, so verflüchtigt sich unmittelbar zu derselben Zeit Blausäure, in welcher sich Kohlensäure, Kleesäure und eine dem Fettwachse ähnliche Substanz bildet. Diese Bemerkung wurde zuerst im Jahre 1790 von Fourcroy gemacht, als er Blutwasser mit Salpetersäure behandelte, um es in Kleesäure zu verwandeln.

3. Durch Einwirkung der feuerbeständigen Alkalien. Behandelt man thierische Körper mit Alkalien in einem heftigen Feuer, so sättigen sich die Alkalien, nachdem jene verkohlt worden, zum Theil mit Blausäure.

4. Auch scheint durch Fäulniß thierischer Körper Blausäure gebildet werden zu können.

Die neuern Chemiker haben auch die Blausäure völlig gebildet im Pflanzenreiche angetroffen, wie bereits im Th. VI. S. 159. angeführet ist.

Für den Chemiker ist diese Säure in doppelter Rücksicht merkwürdig; einmal in Ansehung ihres Vorkommens in der Natur, ihrer Bildung durch Zersetzung thierischer Stoffe und des Verhältnisses, in welchem diese Bildung mit den thierischen Substanzen überhaupt stehet: dann aber als äußerst empfindliches Reagens, nicht allein um die Gegenwart des Eisens, sondern der meisten metallischen Oxyden zu erkennen.

Uebrigens verbindet sich die Blausäure mit den Alkalien, Erden und Metallen zu verschiedenen Salzen, welche alle noch nicht gehörig untersuchet sind.

M. s. Chemisches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Art. Blausäure.

Digitized by Google

Bernsteinsäure (Zus. z. S. 334. Th. I.). Lange Zeit hat man diese Säure als ein Produkt der Destillation halten wollen; allein, obgleich der größte Theil derselben auf diesem Wege gebildet wird, so muß doch ein Theil derselben als im Bernstein präexistirend angesehen werden. Gehlen fand in einer Abkochung des Bernsteins mit Wasser Spuren von Bernsteinsäure, und Vogelsang erhielt auf nassem Wege Krystalle der Bernsteinsäure, welche Sternchen bildeten und eine vorzüglich schöne weiße Farbe hatten.

Wenn eine Verbindung der Bernsteinsäure mit Natrum aus einer Retorte destillirt wird, so zersetzt sich die Bernsteinsäure; es geht verdünnte Essigsäure und ein braunes Oehl über; außerdem entwickelt sich kohlensaures Gas, und kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas. In der Retorte bleibt Kohle und Natrum zurück. Aus diesen Versuche erhellet, daß die Bestandtheile dieser Säure Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff sind. Berzelius giebt das Verhältniß der Bestandtheile also an: in 100 Theilen befinden sich Wasserstoff 4,512, Kohlenstoff 47,600, Sauerstoff 47,888.

M. s. A. F. Fourcroy's System der chemischen Kenntnisse im Auszuge von F. Wolff. B. II. S. 541 ff. Gehlen's Journal für Chemie und Pharm. B. IV. S. 438. ff.

Beugung des Lichtes (Zus. z. S. 337. Th. I. u. S. 166. Th. VI.). Herr Jordan *) hat die im Artikel angeführten Beobachtungen, welche Newton und Grimaldi gemacht hatten, einer nähern Prüfung unterworfen. Bey dem Versuche, welchen Newton mit einem Haare anstellte, bemerkt Jordan gegen Newton, daß die Sonnenstrahlen, welche durch eine sehr enge Oeffnung gehen, divergiren, und keinesweges parallel

*) The observations of *Newton* concerning the inflections of Light: accompanied with other observations differing from his, and appearing to lead to a change of his theorie of Light and Colours. Lond. 1799.

Digitized by Google

bleiben, wie Newton vorausgesetzet scheinet. Er beweiset dies sowohl durch Messung, als dadurch, die auffallenden verschiedenen Veränderungen in dem einfallenden Lichtkegel. Jordan erkläret diese Differenz daher, daß die Körper auf das Licht einige Anziehung äußern. Wenn die Oeffnung sehr klein ist, so wirkt die anziehende Kraft der Ränder derselben auf das gesammte einfallende Licht, und macht alle Strahlen unter einander ausfahrend. Daß dadurch der Schatten jedes Körpers beträchtlich breiter werden muß, als der Körper ist, fällt in die Augen. Er müßte nach Verhältniß der Divergenz der Lichtstrahlen und der Entfernung desto breiter ausfallen, wenn nicht der Körper, welcher den Schatten wirft, eine anziehende Kraft auf die nahe vorbeygehenden Lichtstrahlen ausübte. Dadurch werden sie von ihrer Richtung in den Schatten hinein abgelenkt, daher der Schatten schmäler wird, als er nach dem Vorhergehenden seyn würde. Endlich bemerkt Jordan noch, daß, die Sache genau genommen, bey allen diesen Erscheinungen von gar keinem Schatten, welcher durchs Auffangen vom Sonnenlichte mittelst eines Körpers bewirket werde, die Rede sey; sondern nur von einem dunkeln Zwischenraume, den man zwischen den durch Beugung erzeugten farbigen Lichtstreifen wahrnehme. Er sagt, in einer sehr geringen Entfernung hinter dem Haare erscheine der Schatten des Haares ganz deutlich, gut begrenzt und ganz dunkelschwarz. In einer etwas größern Entfernung aber werde er seiner ganzen Länge nach durch eine Lichtlinie getheilt, so daß, statt des einen, jetzt zwey Schatten, wie von zwey Haaren, da sind, deren Schwärze jedoch weniger intensiv wie zuvor ist. Bey Vergrößerung der Abstände nimmt die Breite des Schattens immer mehr zu, die Schwärze desselben aber ab; die Lichtlinie in ihm nimmt Farben an, und wird immer mehr und mehr vermischt, indem sie sich über den Schatten ausbreitet, und in ihm verschwindet, und der Schatten selbst verliert das Ansehen, als wären es zwey verschiedene Schatten. Blos dicht hinter dem Haare ist Schat-

Digitized by Google

len da; weiterhin zieht sich in den Schatten alsbald das inflectirte Licht der zwey nächsten Lichtsäume zu den beyden Seiten des Haares hinein, und vermindert ihn. In einiger Entfernung hinter dem Haare fallen beyde Lichtsäume zusammen, und was alsdann als zwey Schatten erscheinet, sind die beyden an diese Lichtsäume grenzenden dunkeln Zwischenräume. Beyde vereinigen sich wieder in einen Schatten, wenn das Licht zwischen ihnen sich verwischt, und sichtbar zu seyn aufhöret. Nun beschreibet Jordan kürzlich die Lichtsäume und ihre Zwischenräume, wie sie unter verschiedenen Umständen entstehn, und giebt ihre verschiedenen Dimensionen an. Er gründet darauf die Behauptung, es fehle so viel daran, daß die Breite der Lichtsäume und ihrer Abstände das von Newton angegebene Verhältniß unter allen Umständen beybehielten, daß sie vielmehr ins Unendliche variirten.

Jordan wiederholte auch den Versuch von Newton, wo er einen Lichtstrahl an einer Messerschneide vorbeygehen ließ. Er hatte ein Loch von $\frac{1}{4}$ Zoll breit in eine Bleyplatte einschneiden lassen, durch welches der Lichtstrahl hindurch gieng; er suchet hier zu zeigen, daß von den beyden Strahlungen, welche Newton wahrgenommen hatte, die eine der Schneide des Lochs, und nur die andere der Schneide des Messers zuzuschreiben sey, und daß beyde in den parallelen Lichtstrahlen entstehen. Die Lichtlinie, welche Newton bemerkte, ist besonders merkwürdig, da sie auf eine sonderbare Art aus der ganzen Lichtmasse, welche vor der Schneide vorbey gieng, und nicht blos von demjenigen Lichte, welches mit der Schneide in Berührung kam, abgelenket ward, und weder enger als der innerste Lichtsaum war, noch zwischen ihm und der Schneide durchgieng, indem es in diesem Falle keine Lichtsäume gab oder geben konnte, daß sie wol aber gerade an den Stellen dicht vor der Schneide vorbeygieng, wo, unter andern Umständen, die mehrfachen nächsten Lichtsäume gebildet wurden. Ließ Jordan, wie Newton, zwischen den Schneiden zweyer Messer einen Strahl paral-

Digitized by Google

lelen Lichtes durchgehen, und wurden die Schneiden einander in einer Ebene und in paralleler Lage genähert, so erschienen zuerst zwey Ränder von inflectirtem Lichte, einer an jedem der beyden Schneiden, dem ähnlich, der zuvor an der einen Schneide allein sich zeigte. In diesen Lichträndern, und von diesem inflektirten Lichte entstanden darauf zwey Reihen von Lichtsäumen, eine an jeder Schneide, die in der Gestalt schmaler weißer Striche mit schwarzen Zwischenräumen an den Grenzen der Ränder anfiengen, und zunächst bey den Messern breiter und farbig wurden, und allmählig das ganze Licht zwischen beyden Schneiden einnahmen, da sie dann zwey vollkommene Folgen von Lichtsäumen bildeten, deren jede aus verschiedenen Farben besteht. Diese Lichtsäume wurden breiter und verschwanden dann Paarweise, bis zuletzt nur ein einziges Paar mit einem dunkeln Zwischenraume zwischen beyden zurückblieb, welches abnahm, und, wenn die Messer in Berührung kamen, verschwand. Newton hielt dieses letzte Paar von Lichtsäumen für Strahlungen, welche von den eigentlichen Lichtsäumen verschieden, und nichts anders als die weißen Ränder inflectirten Lichtes wären, die sich an den Schneiden eines Messers zeigen. Allein aus Jordan's Auseinandersetzung erhellet, daß die Lichtsäume zwar aus dem inflektirten Lichte gebildet werden, aber nur einen unbedeutenden Theil desselben ausmachen. Eine jede Schneide giebt in diesem Falle dem Lichte, welches zunächst bey ihr vorbey gehet, durch Beugung die nöthige Divergenz, und die andere Schneide bildet darin die Lichtsäume. Jordan bestätigte dies durch folgenden Versuch: Um dem Lichte die dazu nöthige Divergenz zu verschaffen, ließ er dasselbe durch ein sehr kleines Loch von $\frac{1}{50}$ Zoll Weite fallen. Die Schneiden zweyer Messer, welche sich in größerer Entfernung von einander befanden, bildeten in diesem Lichte, statt der weißen Lichtränder, Lichtsäume, deren Farben die umgekehrten wie im vorigen Versuche waren. Kamen die Schneiden einander näher, so zerflossen die Lichtränder, und bildeten darauf durch

Digitized by Google

ihre größere Anziehung, Lichtsäume mit verkehrt liegenden Farben, wie zuvor. Auf solche Art stellet sie unter verschiedenen Umständen zwey verschiedene Reihen farbiger Lichtsäume dar.

Selbst in verschiedenen von einander entfernten Ebenen wurden an den Schneiden zweyer Messer bis auf das, was die Verschiedenheit der Umstände abänderte, völlig dieselben Erscheinungen bewirkt.

Brachte Jordan eine Bleyplatte, welche parallele Seiten hatte, in das divergirende Licht eines Strahls, welcher durch ein sehr kleines Loch in das dunkle Zimmer einfiel, so entstanden nicht blos an den äußern Kanten derselben die beyden gewöhnlichen Reihen von Lichtsäumen, sondern noch innerhalb des Schattens zwey andere Reihen von Lichtsäumen, die von dem Mittelpunkte desselben anfiengen. Je schmäler die Bleyplatte war, desto breiter wurden beyde Arten von Lichtsäumen, und die im Schatten verschwanden paarweise, bis sie endlich alle wegblieben. Dies waren die farbigen Streifen, welche andere an den Schatten kleiner Körper wahrgenommen haben. Auch Cylinder von verschiedenem Durchmesser, bis auf das Haar hinab, gaben dieselben Erscheinungen, wie eine solche Folge von Bleyplatten von abnehmender Breite. Ja, selbst vermittelst eines einzigen Cylinders oder einer einzigen Platte von gehöriger Gestalt ließen sich alle diese Erscheinungen bewerkstelligen, wenn man das Licht in verschiedenen Entfernungen und schief auffallen ließ.

Newton hatte das eine von beyden Messern etwas gedreht, so daß nun beyde in einem Punkte sich berührten, und mit einander einen unveränderlichen Winkel von etwa 1′ 54″ machten. In dieser Lage ließ er durch ein $\frac{1}{12}$ Zoll breites Loch auf beyde Schneiden Licht fallen in einem Abstande von 10 bis 15 Fuß vom Loche. Fieng er das Licht mit einem weißen polirten Lineale, $\frac{1}{2}$ oder 1 Zoll weit hinter dem Messer auf, so zeigten sich längs den Grenzen der Schatten beyder Messer die Lichtsäume zwi-

Digitized by Google

schen zwey Parallellinien, trafen, ohne breiter zu werden, unter demselben Winkel als die Messer an einander, und verschwanden dahinter, ohne sich zu durchkreuzen. Würde hingegen das weiße Lineal von den Messern viel weiter entfernt, so durchkreuzten sich die Lichtsäume, und wurden nach dem Winkelpunkte zu, und noch mehr nach der Durchkreuzung breiter. Newton schlöß daraus, daß die beyden sich nähernden Schneiden, wo sie vereint auf das Licht wirken, die Entfernung, in welcher die Lichtsäume von den Schneiden vorbeygehen, nicht verändern, wohl aber die Beugung der Lichtstrahlen vergrößern. Das Messer, bey welchem das Licht zunächst vorbey geht, bestimme die Richtung, wohin das Licht abgelenket werde, das andere vergrößere die Beugung nach dieser Richtung.

Jordan hatte diesen Versuch mit aller möglichen Genauigkeit wiederholet und gefunden, daß in diesem Falle die gegen einander geneigten Messer alle die Erscheinungen zugleich geben, welche zuvor durch die in paralleler Lage sich nähernden Schneiden nach einander bewirkt wurden. Der Theil der Lichtsäume, wo sie von einander abstehen, wird durch jede Schneide in dem durch das kleine Loch divergent gemachten Lichte hervorgebracht. Hinter dem Punkte, wo sie sich durchkreuzt zu haben scheinen, werden sie durch die entferntere Schneide im Licht erzeugt, und welches, wenn jene entfernte nicht da wäre, die Lichtsäume der nähern Schneide gebildet haben würde. Mithin werden, so wie die Schneiden sich näher und näher kommen, die Entfernungen der Lichtsäume von jeder Schneide verändert und vergrößert, dem, was Newton beobachtet zu haben glaubte, zuwider. Denn sie werden dann im Licht gebildet, welches über das der ersten Lichtsäume jeder Schneide hinausliegt, indem das nächste Licht bey jeder Schneide dann die Lichtsäume der entferntern Schneide bewirkt, und, je näher beyde Schneiden einander kommen, die andere deshalb in desto stärker gebeugtem Lichte die Farbensäume bildet. Die Farbensäume werden auch aus diesem Grunde breiter. Dieses Breiter-

Digitized by Google

werden der Lichtsäume in stärker gebeugtem Lichte verleitet Newton zu einem falschen Schlusse. Das Licht wird keinesweges durch die erste Schneide stärker gebeugt und mehr divergent gemacht. Die Lichtsäume verändern ihr Licht, und daher entstehn sie da, wo die Schneiden einander sich nähern, in stärker gebeugtem und mehr divergirendem Lichte; die Beugung der Strahlen überhaupt aber wird hier in der That vermindert, und während das nächste Messer die Strahlen nach sich hin stärker ablenkt, vermindert die hintere Schneide diese Beugung.

Außer andern mehreren Versuchen mit der Beugung des Lichtes schließt Jordan's Schrift mit einigen allgemeinen Bemerkungen. Unter andern wird darin behauptet, daß Newton's Lehre vom Lichte und von Farben in ihren beyden Principien unrichtig sey; der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Sonnenlichtes, und den abwechselnden Dispositionen zu leichterm Durchgange und leichterer Reflexion der Strahlen.

Uebrigens ist wohl zu merken, daß Newton überhaupt, welcher ein so äußerst vorsichtiger Naturforscher war, über die Ursache der Beugung des Lichtes nicht zu bestimmen gewagt hat, wie bereits im Band VI. S. 168. angeführet worden.

Noch andere merkwürdige Erscheinungen dieser Art giebt Nicholson an *). Ein gewisser Hopkinson hatte einst durch die Fadon eines seidenen Schnupftuches nahe vor das Gesicht gehalten nach einer entfernten Lampe gesehen; hier erblickte er Streifen, die ihm wie die Fäden des Tuches nur vergrößert erschienen, und unverändert an ihrer Stelle blieben, unerachtet er das Tuch rechts und links beweget habe. Hopkinson gab hievon in einem Briefe dem Physiker David Rittenhouse Nachricht, und bat sich darüber eine Erklärung aus. Dieser bemerkt, daß sich in dieser Erscheinung nicht die Fäden, sondern

*) Journal of natural philosophy. To. I. p. 13. sqq.

Digitized by Google

vielmehr gewisse lichte Punkte darstellen, die in geraden, senkrecht sich durchkreuzenden Linien, regelmäßig geordnet sind, woraus er schließt, daß diese Erscheinung in Bildern der Lampe bestehe, welche durch die Beugung des über die Fäden hingehenden Lichtes gebildet würden. Um nach seiner Meinung diese Erscheinung noch vollkommener darzustellen, verfertigte er sich ein Instrument, welches aus parallel laufenden Haaren bestand, die nicht von andern durchkreuzet wurden. Hiemit machte er folgende Versuche: Der Licht- oder Himmelsstreifen, der durch eine Ritze eines enge verschlossenen Fensterladens noch sichtbar war, erschien, durch dasselbe betrachtet, vervielfältiget. Es zeigten sich nämlich in der Mitte drey parallele Streifen, die einen beynahe gleichen Glanz hatten, und an jeder Seite derselben 4 oder 5 andere Streifen von geringerm Glanze, die, je weiter sie vom mittelsten ablagen, desto dunkler gefärbt und desto unbestimmter waren. Nahm er zu dieser Vorrichtung dickere Haare, und spannte sie in derselben Entfernung wie die ersten von einander, so, daß die Zwischenöffnungen kleiner wurden, so zeigten sich die mittleren Streifen weniger glänzend, die andern aber stärker und bestimmter, und er zählte nun an jeder Seite des mittleren Streifens sechs andere, die alle gleiche Abstände von einander hatten. Bey diesem Versuche hatten die Haare $\frac{1}{100}$ Zoll im Durchmesser, und waren dadurch reguliret worden, daß man sie über die Gänge einer Schraube von 106 Umwendungen auf einen Zoll Höhe gezogen hatte, so daß der Zwischenraum zwischen zwey Haaren $\frac{1}{250}$ Zoll betrug. Der mittlere Streifen war scharf begränzt und ohne Farbe. Die nächsten beyden waren gleichfalls gut ausgedrückt, aber etwas breiter, und am innern Rande blau, am äußern roth gefärbt. Die übrigen Streifen waren nicht so deutlich, und jeder hatte alle prismatische Farben in derselben Ordnung. Da die Streifen immer breiter wurden, so schienen sich der 5te und 6te zu berühren, die mittelsten Streifen aber wurden von einander durch sehr

Digitized by Google

dunkele Linien getrennt, die breiter als die glänzenden Streifen selbst waren.

Er brachte den rahmförmigen Haaraufzug vor das Objektivglas eines kleinen Teleskops, das mit einem Mikrometer versehen war, und schloß aus Versuchen, die er damit anstellte, daß die Stellung der nächsten Seitenstreifen auf einen Deflexionswinkel von 7′ 45″ deuteten, und daß die andern Streifen in Winkeln deflektirt wurden, die zwey- und dreymal größer, als dieser ursprüngliche Winkel, wären. Rittenhouse erkläret diese Erscheinungen aus der Newton'schen Lehre von der Inflexion des Lichtes, und wendet sie dann auf die angeführten Erscheinungen mit dem seidenen Schnupftuche an. Nicholson bemerket aber hiebey, daß die seidenen Fäden im Schnupftuche von den parallel ausgespannten Haaren auf gar sehr verschiedene Art unter einander verbunden wären, und daher die wahrgenommenen Erscheinungen keinesweges auf einerley Art erkläret werden könnten. Er erzählet hiernächst noch einige andere von ihm gemachte Erscheinungen, welche er wahrgenommen hatte, indem er durch ein Stück Musselin, welches 100 Fäden auf den Zoll halte, nach einer Straßenlampe sah. Nahm er Flechtwerke aus feinem Kupferdrahte auf den Zoll ohngefähr 55 Fäden, so zeigten sich eben so wie durch den Musselin 9 Lichtflecken, welche im Quadrate, drey in senkrechten, drey in horizontalen Linien gleich weit von einander standen, außerdem aber zeigten sich bey dieser letzten Vorrichtung noch andere Flammen, welche schwächer, mehr gefärbt und mehr länglicht waren. Die Ursache aller dieser Erscheinungen überläßt er andern Physikern zu untersuchen.

Auch Thomas Young *) hat mehrere Versuche über die Beugung des Lichtes angestellt, und Fresnel sehr viele merkwürdige Beobachtungen über diesen Gegenstand in einem eigenen Mémoire **) aufgezählet. Nach

*) Philosoph. Transact. for 1803.

**) Sur la diffraction de la lumière, où l'on examine particulièrement le phènomène des franges colorées, que presentent les

Fresnel's Meinung lassen sich alle Erscheinungen, welche von der Beugung des Lichts abhangen, keineswegs nach dem Emissionssystem erklären; er hat vielmehr versuchet, eine vollständige Theorie nach dem Undulationssystem zu entwerfen, nach welcher die hieher gehörigen Phänomene befriedigend erkläret werden könnten. Herr Arago α) urtheilet, daß diese Theorie des Herrn Fresnel in der Wissenschaft Epoche machen werde, jedoch bemerket er, daß man hiernach annehmen müsse, das Licht bewege sich im Glase viel langsamer, als in der Luft.

Noch fernere Versuche über die Beugung des Lichtes haben die Herren Biot β) und Pouillet angestellt, und vermuthet, daß es die zwischen den Rändern oder an dem einen Rande befindliche Luft sey, welche gemäß ihrem Gezogensein von den Rändern der festen Körper, und in Folge ihrer Dichte und ihres chemischen Werths, diese mit Farbenzerstreuung verbundene Brechung des Lichtes bedinge. Indessen zeigen sich ähnliche Erscheinungen auch in der Guericke'schen Leere.

In einer am 1sten August 1818 gehaltenen Versammlung der königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen hat der Herr Hofrath Mayer in einer Abhandlung γ) eine Reihe von Versuchen mitgetheilet, welche er im Junius und Julius des Jahres 1818 unternommen hatte, um sich selbst näher über die verschiedenen Modifikationen, welche die bey dem Vorübergange des Lichtes an diesen oder jenen Körpern sich darbietenden Farbenstreifen, nach Verhältniß des Abstandes der dieses Licht auffangenden Ebene von jenen Körpern und unter andern Umständen erleiden,

ombres des corps éclairés par un point lumineux in den Annales de chimie et physique. To. I. p. 239. sqq.

α) Annales de chimie et physique. To. I. p. 199. sq.

β) Traité de physique. To. III. p. 767. sq.

γ) Phaenomenorum ob inflexione et deflexione luminis pendentium ex propriis experimentis recensio et comparatio in den Commentat. Societ. Reg. scient. Goetting. recent. Vol. IV. ad an. 1816–1818.

Digitized by Google

zu unterrichten, und die hieher gehörigen zum Theil von einander abweichenden Ansichten der Naturlehrer, welche in diesem oder jenem Falle solche Erscheinungen bald von einer Inflexion, bald von einer Deflexion des Lichtes ableiten, genauer zu erörtern. Er hat sich zu den hiebey in einem finstern Zimmer anzustellenden Versuchen blos der bequemen Einrichtung eines Sonnenmikroskops bedienet, dessen Spiegel außerhalb des Fensters durch bekannte Vorrichtungen im Innern des Zimmers sehr leicht in jede Lage gebracht werden kann, so daß man durch die Röhren des Mikroskops, nachdem die Linsen sämmtlich herausgenommen worden, einen horizontalen Strahlenkegel vom Sonnenlicht durch eine größere oder geringere Oeffnung vorn an jeder Röhre in das finstere Zimmer einlassen kann. Ein Gehülfe kann leicht durch sanfte Drehung des Spiegels bewirken, daß jene Strahlen immer in der gehörigen Lage auf diejenigen Körper fallen, welche man auf einem verschiebbaren Stative diesem Lichte aussetzet, um die Erscheinungen der Deflexion oder Inflexion desselben auf einer matt geschliffenen Glastafel, in diesen oder jenen Abständen hinter solchen Körpern, wahrnehmen zu können. Noch vorzüglicher lassen sich diese Erscheinungen, und die sich dabey darbietenden farbigen Streifen beobachten, wenn man das inflektirte Licht gar nicht auf einer solchen Glastafel auffängt, sondern eine Converlinse oder eine Loupe, deren Brennweite etwa ein Paar Zoll betragen kann, in gehörigem Abstande vor das Auge hält, in welchem Falle aber die Oeffnung, durch welche das Licht in das finstere Zimmer einfällt, sehr klein seyn muß, wenn das Auge nicht geblendet werden soll. Dünnere oder dickere vertikale Drähte, an welchen das Sonnenlicht vorbeygehet, und theils inflektirt theils deflektirt wird, zeigen durch Beyhülfe einer solchen Loupe, nach Maßgabe der Entfernung des Beobachters von einem solchen Drahte, die schönsten Erscheinungen an parallelen farbigen Streifen, mit mehr oder weniger dunkeln Zwischenräumen. Vorzüglich schön ist das farbige Spektrum auf einer matt geschliffenen Glas-

Digitized by Google

tafel, wenn man das Sonnenlicht zwischen zwey nahe neben einander befindlichen parallelen scharfen Kanten zweyer Metallplatten, welche sich durch eine Mikrometerschraube mehr oder weniger einander nähern lassen, hindurchgehen läßt, und worüber man die mannigfaltigen Modifikationen in der Abhandlung selbst nachzusehen hat. Einige Versuche nach der Art, wie sie der Verfasser angestellet hat, lassen auf das deutlichste abnehmen, wie diese farbige Streifen auf mannigfaltige Art über einander weggehen, und sich decken, je nachdem bey einerley Abstand der Glastafel von jenen scharfen Kanten, die letztern mehr oder weniger einander genähert werden, und welchen Ursprung die constante Form, in welche bey einem größern Abstande jener Kanten von einander zuletzt das farbige Spektrum übergeht, eigentlich habe. Es ist dies alles bisher noch nicht so deutlich erörtert worden, daß diese und mehrere andere Versuche, nicht zu einer nähern Kenntniß und Analyse dieser Erscheinungen einigen Beytrag liefern sollten. Aber freylich bleibt hierbey manches noch unerforscht, worüber man vielleicht nie ins Klare kommt. Daß die Phänomene der Inflexion und der dabey entstehenden Farbensäume, Erfolge einer Anziehung sind, wird wohl nicht zu bezweifeln seyn, auch wird hiebey, wie bey der Refraction, das rothe Licht schwächer, als das violette inflectirt. Die Farbensäume der Deflexion entstehen gleichfalls durch jene Anziehung, wie der Verfasser aus seinen Versuchen ableitet, wenn gleich die Ursache der Deflexion selbst noch sehr im Dunkeln liegt. Ob diese wirklich durch eine Abstoßungskraft, oder, wie einige glauben, durch gewisse Atmosphären um die Körper herum u. dgl. hervorgebracht werde, muß man nach den jetzigen Kenntnissen noch unentschieden lassen, und noch schwieriger ist die Entstehung mehrerer Farbensäume mit den schwarzen oder dunkeln Zwischenräumen, woraus man folgern muß, daß hiebey die Polarität des Lichtes selbst mit im Spiele ist, wie bey den zwey Strahlenbüscheln im Isländischen Krystall. Die von dem Verfasser hier-

Digitized by Google

über mitgetheilten Ansichten können noch zu einer neuen, aber freylich sehr mühsamen Reihe von Versuchen Anlaß geben. Es scheinen hiemit auch die in einem prismatischen Farbenbilde vom Herrn Frauenhofer beobachteten höchst merkwürdigen Streifen in Verbindung zu stehen, wovon unter dem Artikel, Farbenbild das nöthigste nachzulesen ist. Elektricität, verschiedene Temperatur u. dgl. haben übrigens nach den Beobachtungen des Herrn Verfassers keinen merklichen Einfluß auf alle diese Erscheinungen. Zu diesen und mehreren andern Versuchen hat auch Herr Mayer sehr vortheilhaft ein Werkzeug unter dem Namen eines Inflexionsskops gebrauchet, welches er sich nach seiner Idee hat verfertigen lassen, um die vorzüglichsten durch Inflexion und Deflexion des Lichtes bewirkten Erscheinungen auch ohne Beyhülfe eines finstern Zimmers und der von einem Sonnenmikroskop entlehnten Vorrichtungen und anderer Apparate, auf eine sehr einfache und bequeme Art darstellen zu können. Es bestehe dieses Werkzeug, wie ein Fernrohr, aus in einander geschobenen etwa 3 Zoll weiten Röhren, deren innere Flächen geschwärzt sind. Statt eines Objektivglases hat das Rohr vorn eine Vorrichtung, wie die obige, mit einer Mikrometerschraube, um zwischen zwey scharfen Kanten einen dünnern oder dickern Büschel von Sonnenstrahlen oder eines andern Lichtes in das verdunkelte Rohr, welches gleichsam das verdunkelte Zimmer selbst vorstellt, gelangen zu lassen. Man richtet diese ganze Vorrichtung auf einen schicklichen Stativ gegen die Sonne, oder, um kein Blendglas nöthig zu haben, auch nur gegen eine stark beleuchtete Wolke in der Nähe der Sonne, gegen die Flamme einer Argandischen Lampe, gegen eine von der Sonne beleuchtete weiße Wand, oder sonst gegen einen hinlänglich hellen Gegenstand. Statt des Okularglases hat das Rohr eine ähnliche Vorrichtung, wie die vorher angegebene an der Objektivöffnung, dergestalt, daß die scharfen Kanten, zwischen denen das Licht durchgehet, parallel mit den von der Objektivöffnung gestellet werden,

Digitized by Google

und also das Liche, welches vorn zwischen den scharfen Kanten in das Fernrohr gelassen wird, nun auch zwischen denen an der Okularröhre hindurch zu gehen genöthiget ist. Bringt man nun das Auge ganz nahe an die letztere Vorrichtung vor die scharfen Kanten, so erblickt es in dem Rohre selbst die schönsten durch die Abbeugung des an diesen scharfen Kanten vorübergehenden Lichtes bewirkten, und durch dunkele Zwischenräume von einander getrennten farbigen Parallelstreifen, welche dann in Rücksicht ihrer Anzahl und Breite auf mannigfaltige Art modificirt werden, je nachdem man durch Beyhülfe der Mikrometerschraube den Abstand der scharfen Kanten zunächst vor dem Auge größer oder kleiner macht. Der Abstand derselben an der Objektivvorrichtung darf nicht über $\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Nichts schöneres kann man sehen, als wenn man vermittelst eines um eine Axe in der Vertikalebene beweglichen und auf einem Fenstergesimse stehenden Prisma einen Büschel rothen oder andern Lichtes durch die Objektivöffnung des Rohres gehen läßt. Wenn man bey den Vorrichtungen in dem gewöhnlichen dunkeln Zimmer auf der matt geschliffenen Glastafel, welche die farbigen Spektra auffängt, nur sehr undeutlich mehrere als drey oder vier durch dunkele Zwischenräume von einander getrennte Farbensäume, auf beyden Seiten der Mittellinie des Spektrums wahrnimmt, so kann man dagegen vor jenem Rohre in dem schönsten Glanze, und zwar in der Farbe des durchgelassenen prismatischen Lichtes, wohl 12 dergleichen auf beyden Seiten der Mittellinie des Spektrums wahrnehmen, welche durch geschwärzte Linien von einander getrennt sind. Das Auge bedarf hiebey keines Blendglases, wenn es jenem Glanze nur nicht zu lange ausgesetzt bleiben will. Die Oeffnung vorn an der Objektivröhre darf zu diesem Zwecke höchstens nur $\frac{1}{3}$ Linie breit seyn. Hier zeigt sich in dem Rohre also alles durch direktes und nicht erst durch einen Spiegel geschwächtes Licht, wie in dem dunkeln Zimmer. Daher die größere Deutlichkeit und Lebhaftigkeit, in der solche Phänomene des abge-

Digitized by Google

beugten Lichtes sich durch Beyhülfe eines solchen Rohres dem Auge darstellen lassen. Eine bloße gleichrunde Oeffnung an der Objektivröhre ist minder tauglich, als eine lange Oeffnung, weil im ersten Falle die farbigen Säume nur ganz kurz erscheinen. So hat auch noch Herr Mayer eine zweyte Vorrichtung an diesem Rohre beschrieben, vermittelst deren sich bequem die Erscheinungen des an Drähten vorübergehenden Lichtes und der dadurch entstehenden farbigen Streifen wahrnehmen lassen, und diese Einrichtung gründet sich auf den Gebrauch der oben angeführten Loupe. Daß dies sogenannte Inflexionsfernrohr ein sehr bequemes Werkzeug ist, Liebhabern der Physik die vorzüglichsten Erscheinungen des inflektirten Lichtes sehr bequem und befriedigend zeigen zu können, ist für sich klar.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XVIII. S. 1. ff.

Bittersalzerde (Bittererde, Talkerde). Im Jahre 1707 machte Valentini *) bekannt, daß man diese Erde erhalte, wenn man die nach der Bereitung des Salpeters übrig bleibende Lauge verdunste, und zwey Jahre darauf zeigte Slevogt **), daß sie aus der Mutterlauge des Salpeters durch Kali gefällt werden könne.

Blaustoff (Cyanogene, Cyanogenium). (N. A.) ist ein vom Herrn Gay-Lussac im Jahre 1815 neu entdecktes Gas, welches einen wesentlichen Bestandtheil der Berlinerblausäure (Blausäure) ausmacht. Bisher hatte man eine Verbindung des Stickstoffs mit dem Kohlenstoff unmittelbar herzustellen für unmöglich gefunden; Herr Gay-Lussac zeigte aber, daß man diese Verbindung erhalte, wenn man blausaures Quecksilber abdampfe und krystallisire, oder wenn man thierische Kohle mit Alkalien glühe, im erstern Falle an Quecksilber gebunden, und im andern an Alkali. Erhitzt man nämlich trockenes blausaures Quecksilber, so entwickelt sich der Blaustoff in Form

*) De magnesia alba. Giess. 1707.

**) De magnesia alba. Jenae 1709.

eines farblosen, brennbaren, eigenthümlich durchdringend riechenden, an der Luft mit Purpurflamme brennenden, mit Sauerstoffgas mittelst elektrischer Funken heftig detonirenden, durch glühendes Kupferoxyd getrieben in 2 Maaß Kohlensäure und 1 Maaß Stickgas zerfallenden Gases, von welchem das Wasser an 4½ Maaß absorbirt, und dadurch einen stechenden Geschmack erhält. Der Blaustoff verbindet sich mit Wasserstoff zu Blausäure, mit Sauerstoff zu Oxygen-Blaustoffsäure (Oxycyansäure), mit Chlorine zu Chlorine-Blaustoffsäure (Chlorcyansäure), mit dem Eisen zu Eisen-Blaustoffsäure (Eisencyansäure), und überdem mit Schwefel, Salzbasen, Alkohol und Metallen. Die merkwürdigste dieser Verbindungen ist die Blausäure. M. s. Berlinerblausäure.

M. s. Gilberts Annalen der Physik. B. LIII. S. 138. ff.

Blitz (Zus. z. S. 405, Th. I.). Man hatte sehr oft die Erfahrung gemacht, daß der Blitz Gebäude und andere entzündliche Gegenstände trifft, ohne daß diese entzündet werden, ja daß oft Metalle, welche Menschen an sich tragen, vom Blitze geschmolzen werden, ohne ihn selbst zu beschädigen. Nach der Ursache hievon war bisher wenig gefraget worden. Herr D. Raschig *) zu Dresden hatte versucht, eine grüne Eidechse von beträchtlicher Größe mittelst einer stark gefadenen Leidner Flasche von beynahe 1 Quadratfuße Fläche zu tödten, und ließ den Schlag der Länge nach vom Kopfe bis zum Schwanze gehen. Nach 5 bis 6 Minuten aber kam sie wieder völlig ins Leben zurück. Nun verband er mit der ersten noch eine zweyte Flasche, und ließ eine mögliche stärke Ladung wie vorher durch den Kopf nach dem Schwanze hingehen. Der Erfolg war und blieb derselbe. Allein bey der letzten Entladung hatte er die Eidechse mehr beobachtet, und

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXI. S. 201.

Digitized by Google

wahrgenommen, daß der Blitz auf der Eidechse die ganze Länge hinfuhr. Dadurch wurde er auf den Gedanken geleitet, daß, wenn die Spannung der Ladung weniger stark wäre, und mithin der elektrische Strom nicht über das Thier seiner ganzen Länge nach äußerlich hinfahren könnte, vielmehr in das Innere dringen könne, der Tod gewisser erfolgen würde. Zu dem Ende lud er eine Flasche nur mäßig, und entladete sie, wie vorher, durch das Thier, welches völlig todt war und auch todt blieb. Durch öftere Wiederholung fand er dieselben Erfolge. Diese Versuche, glaubt Herr Raschig, erläutern hinreichend: erstens, wie es zugeht, daß Metalle an Menschen geschmolzen werden können, ohne daß der Blitz die Personen selbst tödtet; zweytens, wie oft die heftigsten Blitze mit den fürchterlichsten Donnerschlägen begleitet, Häuser, welche sie treffen, doch nicht in Brand setzen, indeß drittens oft nur mäßig starke Blitze mit nicht sehr heftigem Donner begleitet, Menschen tödten und Gebäude in Flammen setzen können. Ganz richtig bemerket er aber auch noch dabey, daß in Ansehung des Entzündens der Gebäude noch andere Umstände in Betrachtung kommen. — Meiner Ansicht nach hängt der Erfolg von der Entzündung und Nichtentzündung, so wie der übrigen hieher gehörigen Erscheinungen von der schlechten und guten Leitung derjenigen Körper, welche der Blitz trifft, und nicht von einer geringern Intensität der Blitzmaterie ab. Denn allgemein lehret die Erfahrung, daß mit den heftigsten Gewittern auch die meiste Gefahr der Entzündung der vom Blitz getroffenen Gegenstände verbunden ist, ja daß selbst die besten Blitzableiter für diese Gefahr nicht geschützet haben, indem sie die außerordentliche Menge von Elektricität nicht fassen konnten, und daher an schwachen Stellen Seitenexplosionen mit Entzündung bewirkten. Dies letzte fand bey einem äußerst starken Gewitter am 11ten Januar 1813 bey starkem Sturm und entsetzlichen Schneegestöber statt, welches an sehr vielen Orten in geringen Zwischenzeiten einschlug, und welches Herr Professor

Digitized by Google

Benzenberg *) ausführlich beschrieben hat. Bey meiner damaligen Anwesenheit in Dortmund hatte der Blitz mit einer unglaublich großen Masse elektrischer Materie den sehr gut angelegten Blitzableiter von beträchtlichem Umfange der dasigen Reinoldi-Kirche getroffen. An einer Stelle besonders, wo nach meiner genauen Untersuchung der Blitzableiter schwach war, hatte derselbe die Menge der elektrischen Materie nicht fassen können, der Blitz hatte daselbst die Nägel herausgerissen, und war durch eine Seitenexplosion in die Kirche unter das Dach gegangen, und hatte eine Entzündung bewirkt.

Herr de Luc *) hat seine in diesem Artikel angeführte Theorie über die Entstehung der Elektricität in den Gewitterwolken einer genauern Prüfung unterworfen, und bringt sie in einer eigenen Abhandlung auf folgende Punkte zurück. Er sagt, daß man gewöhnlich annehme, die elektrische Flüssigkeit, welche in Gestalt des Blitzes aus gewissen Wolken hervorbreche, sey in ihnen schon früher vorhanden, und bereit, auf andere Wolken oder auf die Erde, wenn diese davon verhältnißmäßig weniger besitzen, in einer ihrer Kraft angemessenen Entfernung über zu springen. Indessen wüßten Physiker, welche sich oft auf hohen Bergen aufgehalten hätten, sehr wohl, daß zwischen einer Gewitterwolke und einem isolirten Körper, auf welchem Elektricität angehäufet sey, gar keine Aehnlichkeit statt finde.

Eine Wolke sey nichts anders als ein dichter Nebel, und daher ein so vollkommen leitendes Mittel, daß sich auch mit der stärksten Elektrisirmaschine die elektrische Flüssigkeit keinen Augenblick über in diesen leitenden Dünsten würde anhäufen lassen: sie würde sich augenblicklich durch die feuchte Luft verbreiten, und sich in den umgebenden Körpern verlieren. Man denke sich zwar gewöhnlich die Wolken mit trockener Luft umgeben und dadurch iso-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 541. ff.

*) *Nicholson's* Journal of natur. philosophy Dec. 1810.

Digitized by Google

kirt, und meine, sie könnten wenigstens die elektrische Flüssigkeit, die ihnen irgendwo anderher zugeführet werde, zurückhalten; allein gerade darin bestehe die Täuschung, welche verschwinde, wenn man Gelegenheit habe, das, was auf den Bergen vorgehe, zu beobachten. Er habe sich häufig in Alpenthälern und in Thälern niedriger Gebirge aufgehalten, welche mit Gewitterwolken angefüllt gewesen wären. Diese hätten hie und da auf dem feuchten Boden aufgelegen, und es ließe sich daher keine Möglichkeit einsehen, wie die elektrische Flüssigkeit sich in diesen Wolken habe erhalten können, wenn sich auch erklären ließe, auf welche Weise sie sich in ihnen angehäuft habe. Und gleichwahl habe man aus diesen Dunstmassen häufig Blitze ausbrechen gesehen, auf welche das bewundernswürdige Phänomen des Donners erfolget sey. Daß dieses Donnern durch Wiederholung desselben Schalls durch Echo's von Wolke zu Wolke entstehe, sey eine bloße Fiktion.

Herr de Luc bemerket wohl mit allem Rechte, daß die ganze Folge der atmosphärischen Erscheinungen, von der Bildung der Wolken an bis zum Blitze und dem Donner, für uns noch in tiefes Dunkel gehüllt sey. So viel sey aber doch gewiß, daß in einer mit feuchter Luft und feuchter Erde in Berührung stehenden Wolke, in welcher der Blitz erscheine, den Augenblick zuvor keine elektrische Flüssigkeit angehäuft seyn konnte. Die ungeheuere elektrische Flüssigkeit, die sich alsdann offenbare, und die den Augenblick zuvor noch nicht als solche vorhanden wäre, müsse folglich durch irgend eine chemische Operation entstehen, deren Ursache uns noch unbekannt sey, und in der die elektrische Flüssigkeit entweder aus irgend einer Verbindung, in der sie sich befunden, entbunden, oder auf irgend eine Art durch Zusammensetzung erzeuget werde. So in Freyheit gesetzt, stürze sie sich wie ein Strom durch die Wolke und aus ihr in den Erdboden.

Auch andere Erscheinungen, welche diese Wirkungen begleiteten, zeigten an, daß in der Gewitterwolke irgend

Digitized by Google

ein chemischer großer Prozeß vor sich gehe; dies gabe sich vorzüglich durch die auf einander folgenden Detonationen zu erkennen, welche das ausmachten, was wir das Rollen des Donners nennten. Diese Detonationen seyen ohne allen Zweifel Zeichen von Zersetzungen und von Wiederzusammensetzungen noch unbekannter atmosphärischer Flüssigkeiten. Sie begleiteten den Blitz, und einige dieser Operationen zersetzten die Luft selbst, andere seyen Folgen dieser.

Kein System über der Natur der Luft und des Wassers könne gegründet seyn, wenn es mit diesen großen Wirkungen, die unter unsern Augen in der unermeßlichen Werkstätte der Natur vor sich giengen, im Widerspruche stehe. Die atmosphärischen Erscheinungen seyen zwar noch zu unvollständig beobachtet, um uns in den Stand zu setzen, die eigenthümlichen Ursachen derselben nachzuweisen. Indessen kennten wir dieser Erscheinungen doch schon genug, um durch sie einen Fingerzeig zu erhalten, daß, nach den allgemeinen Gesetzen zu schließen, die atmosphärische Luft fähig sey, als solche, und nicht als Mengung zweyer luftförmiger Flüssigkeiten von verschiedener Natur, zersetzt und wieder zusammengesetzt zu werden, und daß hieraus die beobachteten Erscheinungen sich erklären ließen.

Herr de Luc ist der Meinung, daß die Stoffe der elektrischen Flüssigkeit, welche einen Theil der atmosphärischen Luft ausmache, während der Zersetzung der atmosphärischen Luft im gewöhnlichen Falle, sich mit der daher entstandenen Flüssigkeit zu einer neuen Zusammensetzung verbinden, in welcher die elektrische Flüssigkeit ihre charakteristischen Eigenschaften nicht äußert, und sich blos Regen bilde, ohne, oder mit sehr schwachen Zeichen der Elektricität. Wenn aber die atmosphärische Luft vermöge der Natur der neuen, in jene Schicht sich verbreitenden Flüssigkeiten, so zersetzt werde, daß die elektrische Flüssigkeit sich genau mit derjenigen Dosis jener Stoffe, welche ihr ihre charakteristischen Eigenschaften giebt, verbinden könne, so ergieße sie sich plötzlich in die Luft als Blitz.

Digitized by Google

Blitzableiter (Zus. z. S. 188. Th. VI.). Daß die bisherigen Blitzableiter noch Unvollkommenheiten besitzen, haben die Erfahrungen hinreichend gelehret. Indessen bleibt eine vorsichtige Anlegung derselben ein für die Menschheit sehr wohlthätiger Zweck, und der um diesen Gegenstand so sehr verdiente Herr Reimarus hat die Blitzableiter gegen neuere Angriffe noch in seinem 8 sten Jahre standhaft und meisterhaft vertheidiget. Der Herr Prof. Bodde in Münster hatte besonders gegen die bisherige Theorie der Blitzableitungskunst mehrere Zweifel erhoben, und behauptet, daß die neuern Blitzableiter insgesammt höchst fehlerhaft wären *). Zuerst führet er an, daß sich der Blitz nicht, wie die Physiker behauptet hätten, in willkührliche Fesseln legen lasse, davon habe er uns schon viele, meistens unbeachtete, auch wohl übel verstandene Beweise gegeben. Die Erfahrung müsse es lehren, ob mit dem wissenschaftlichen Fortschreiten die Kunst es in der Anlegung der Blitzableiter so weit bringen werde, daß wir ein unbedingtes Zutrauen zu ihnen hegen dürften; oder ob wir den kühnen Gedanken, den Blitz der Erde friedlich zuzuleiten, in einigen Verhältnissen als praktisch unausführbar aufgeben, ja wohl gar als gefährlich verwerfen müssen.

Nach Herrn Bodde ist die Natur der Elektricität die Entzweiung; denn nur in dieser erscheinet sie, oder wenn man lieber will, erscheinet sie in zwey entgegengesetzten Polen, deren einer bey Gewittern, die mit der Erde in Wechselwirkung stehen, in der Atmosphäre, und der andere in der Erde, oder in einem Stellvertreter derselben liegt, gleich zwey entgegengesetzten Kräften, die mit Nothwendigkeit auf dem kürzesten Wege nach Einigung und Ausgleichung streben, und deren Indifferenzpunkt zwischen beyden Polen in der Mitte liegt.

Zwey entgegengesetzte Kräfte bestimmen die Richtung des Entgegenstrebens eben so gewiß, als zwey Punkte

*) Grundzüge zur Theorie der Blitzableiter. Münster, 1809. 8.

Digitized by Google

eine gerade Linie bestimmen. Die Richtung des elektrischen Entgegenstrebens ist folglich mit Nothwendigkeit gegeben. In dem Augenblicke der Ausgleichung oder der Entladung darf man sich die elektrische Spannung in zwey Punkten, als den Grenzen der Lichtbahn, die den Strahl bezeichnet, denken. Aber in der Wirklichkeit ist es nicht so. Die elektrische Spannung ist vielmehr in zwey entgegengesetzten Flächen oder besser Sphären empfangen; erst bey eingetretener Schlagweite erfolgt der Durchbruch an den wenigst abstehenden und begleitenden Punkten, und die Mitbefangenheit ergießt sich zur Ausgleichung nach diesen Punkten.

Die elektrische Entzweiung, worin Atmosphäre und Erde befangen sind, theilt sich auch nach dem Maaße der Leitungsfähigkeit und Capacität, den Gegenständen über der Erde mit. Erfolgt, nach geschehener Mittheilung, eine Entladung der Ausgleichung oder elektrischen Entzweiung; so erfolgt dieselbe nicht blos zwischen Atmosphäre und Erde, sondern auch die Gegenstände über derselben nehmen Theil daran nach der Größe des Mitbefangenseyns.

Nach Herrn Bodde müssen also an Blitzableitern folgende Aufgaben gelöset seyn:

1. Daß die Ausgleichung oder Entladung zwischen Atmosphäre und Erde durch gute Leiter bewirkt; noch mehr aber

2. daß vorgebeugt werde dem elektrischen Mitbefangenseyn der zu schützenden Gegenstände über der Erde.

Die Leitung eines elektrischen Stroms steht also nur dann zu erwarten, wenn die Richtung des Entgegenstrebens mit der Richtung des Leiters zusammenfällt, oder wenn dieser eine solche Lage hat, daß er jene Richtungen in Seitenrichtungen auflösen kann.

Alles dies sucht Herr Bodde durch folgende Construction anschaulich zu machen: Es sey Fig. 2. NN eine elektrische Wolke, TT die ihr gegenüberstehende Erde. NN habe + E, so hat TT nothwendig ein glei-

Digitized by Google

ches — E, und die Richtung des Entgegenstrebens der beyden entzweiten Kräfte + E und — E ist eine gerade Linie. Sie kann keine andere seyn, als AB; mit dieser muß der Leiter zusammenfallen. Er wird hier durch die Stange CD angedeutet.

Jede Kraft und jede durch dieselbe gegebene Richtung läßt sich in Seitenkräfte und Seitenrichtungen auflösen; daher darf auch die gerade Richtung AB, worin + E und — E entgegenstreben, in zwey Seitenrichtungen aufgelöset gedacht werden, und ein auf der Stange CD als der Basis errichtetes gleichschenklichtes Dreyeck CGD gewährt uns in den Schenkeln CG und GD das Bild eines schief abwärts gehenden Blitzableiters, woran die beyden Schenkel, in Beziehung auf Leitung, den nämlichen Werth haben.

Zur Lösung der ersten Aufgabe: die Entladung zwischen Atmosphäre und Erde durch gute Leiter zu bewirken, ergeben sich also folgende Regeln:

1. Man gebe den Blitzableitern eine Lage, die mit der Richtung des elektrischen Entgegenstrebens zusammenfällt, zwischen Wolke und Erde, d. h. eine lothrechte. Und wo diese nicht ausführbar ist, gebe man

2. den schiefen Ableitern schiefe Zuleiter unter den nämlichen Winkeln und in den nämlichen Ebenen.

Daraus erhellet nun auch, daß mehrere Ursachen der Unzugänglichkeit unserer bisherigen Blitzableiter in der Art der Anlegung derselben liegen, so sehr auch Sachverständige jedesmal, bey ungünstigen Ereignissen, bemühet gewesen sind, dieselben in Nebenverhältnissen aufzusuchen, um sich und das Publikum wieder zu beruhigen. Strenge Forscher blieben aber doch bey den mühsam aufgefundenen Mängeln unbefriediget.

Die ersten von Franklin in Vorschlag gebrachten Blitzableiter waren einfach; sie hatten die lothrechte Lage, oder wichen doch nicht viel davon ab, und jede Auffangestange hatte ihren Ableiter. In der Folge wollte man aber Vieles mit Wenigem thun; man gab zwey und meh-

Digitized by Google

teren Auffangspunkten nur einen einzigen Ableiter; man verband die Auffangspunkte in allen Arten von Richtungen mit einander und mit dem Ableiter; und fand man an den Gebäuden Hervorragungen, so bewaffnete man dieselben mit Metall, und war zufrieden, wenn man nur irgend eine Verbindung zwischen ihnen und dem Ableiter ausmitteln konnte, unbekümmert, ob die Verbindung lothrecht, schief abwärts, sohlig oder wohl gar aufwärts gieng.

Man lasse sich doch nicht mehr länger durch die leitende Eigenschaft der Metalle irre führen. Sie ist in ihren Wirkungen nicht unbeschränkt, und kann die Richtung der entgegenstrebenden Kräfte blos modificiren, nicht vernichten. Und doch ist diese Vermuthung in den meisten unserer Blitzableiter, ohne daß man es sich hat gestehen wollen, wirklich ausgesprochen; dadurch, daß man zwey in gerader Richtung entgegengesetzte Kräfte durch wagrechte Leiter mit einander parallel leiten, oder wohl gar in ihrem Streben nach Ausgleichung von einander entfernen wollte.

Herr Bodde sucht dies Gesuchte durch Construction zu versinnlichen und zwar in jenen Formen der Blitzableiter, die am meisten gäng und gebe sind, und von Hemmer und Reimarus selbst, oder doch nach deren Muster und Vorschriften von andern angeleget worden sind. Daß man bey Anlegung der Blitzableiter ausgegangen ist von der falschen Voraussetzung, die thätige Kraft sey allein in der Wolke, nur von da her habe man den elektrischen Strom zu erwarten, und der Erde oder dem Wasser zuzuleiten, — davon überzeugt uns schon die oberflächlichste Ansicht der Blitzableiter.

Es sey der Blitzableiter mit seinem Auffangspunkte (Fig. 24.) pABC, welcher von A bis B wagrecht läuft, oder auch wohl über die Erhöhung x hingebogen ist, und erst bey B anfängt nach C abwärts zu gehen. Im Umrisse ABCD liege das Gebäude, welches durch den Blitz-

Digitized by Google

ableiter pABC geführt werden soll. Die Wolke NN sey + E, so ist die ihr gegenüberstehende Erde TT nothwendig — E, und die Richtung des Gegenstrebens ist die lothrechte Linie FD. Sobald die Entzweiung zwischen Atmosphäre und Erde gesetzet ist, und endlich die Entladung am Auffangspunkte p erfolgt, rückt auch — E in der Richtung DA hinauf, und dies um so eher, weil ein Gebäude in der Regel weniger Widerstand leistet, als die Luftschicht zwischen F und p. An Leitung durch einen solchen Blitzableiter ist gar nicht zu denken. Sollte + E von A bis B geleitet werden, so müßte auch — E in dem nämlichen Maaße von D bis C fortrucken; dazu ist aber kein Grund vorhanden. Noch weniger kann + E über die Erhöhung x geleitet und in dem Streben nach Einigung von der Gegenkraft — E entfernt werden.

Es ist daher klar, daß an Blitzableitern alle Theile zwecklos sind, die außer der Richtung des elektrischen Entgegenstrebens fallen, oder diese Richtung in sich ganz vernichten. Ueberflüssig und täuschend sind daher alle wagrechte Leiter in dieser Lage, so lange das Entgegenstreben senkrecht ist. Die Spuren der Zerstörung nach einer Entladung hätten uns dies schon von jeher lehren können. Untersuchen wir dieselben etwas genauer, so finden wir immer, daß der Blitz, so lange die elektrische Entzweiung zwischen Wolke und Erde bestand, nie guten Leitern in wagrechter Lage gefolget ist; wohl aber, daß er solche gewählet hat, die eine, wenn auch nur etwas, abwärts geneigte Lage hatten.

Man hat schon lange eine Wolke und die ihr gegenüberstehende Erde, in so weit sie sich in elektrischer Entzweiung befinden, mit den Belegen einer Kleistischen Flasche verglichen, und die Blitzableiter als Auslader betrachtet. Je mehr diese Vergleichung Beyfall gefunden hat, desto auffallender ist es, daß das, was über Ausladen so oft und so richtig gesagt ist, so wenig zu einer richtigern Anlegung der Blitzableiter beygetragen hat.

Digitized by Google

Bey schief abwärts gehendem Blitzableiter hat man eben so wenig die durch elektrische Entzweiung gegebene Richtung des Entgegenstrebens im Auge behalten.

In Ansehung der zweyten Forderung, daß nämlich dem elektrischen Mitbefangenseyn vorgebauet werde, so bemerket dabey Herr Bodde folgendes: Ist ein Gegenstand über der Erde z. B. ein Gebäude, nach dem Maaße seiner Leitungsfähigkeit und Capacität in der Entzweiung mitbefangen, so sind unsere künstliche Blitzableiter nicht mehr im Stande, das Gebäude vor Theilnahme an der Entladung zu schützen. Sie dienen dann höchstens nur zur Ausgleichung der elektrischen Spannung, in so weit diese noch zwischen Wolke und Erde für sich besteht; wobey aber offenbar das Gebäude, nach der Größe des Mitbefangenseyns, einer Theilnahme an Entladung bloß gestellet bleibt.

Hier kommt noch ein mißlicher Umstand in Betracht. Ein in elektrischer Entzweiung mitbefangenes Gebäude hat in seinen Theilen meistens eine ungleiche Leitungsfähigkeit. Die dadurch nothwendig gewordene ungleiche Vertheilung der Elektricität verursachet somit auch in dem Gebäude selbst bey einer Entladung theilweise Ausgleichungen, die sowohl dem Gebäude als dessen Bewohnern gefährlich werden können.

Es ergiebt sich also von selbst, daß, wenn wir Schutz durch Blitzableiter bewirken wollen, wir dieselben so anlegen müssen, daß der ganze der Erde zugekehrte Pol der elektrischen Spannung, durch Zuleiter von untenher, heraufgerückt werde, so daß der Indifferenzpunkt des Entgegenstrebens über dem Gebäude, zwischen dem äußersten Pole des Zuleiters und der elektrischen Wolke, hervortrete. Unsere sogenannten Blitzableiter müssen wahre Stellvertreter der Erde und der zu schützenden Gebäude werden.

Ein Gebäude ganz dem elektrischen Mitbefangenseyn zu entziehn, und durch gute Leiter vertreten zu lassen, gehöret unstreitig zu den schwierigsten Aufgaben in der Blitz-

Digitized by Google

ableitungskunst, auf deren völlige Lösung wir in der Anwendung wohl Verzicht leisten dürften. Das Ideal können wir nicht erreichen, wir müssen uns mit einer Annäherung begnügen, und zufrieden seyn, wenn durch gute Leiter von unten her der elektrischen Spannung in Gebäuden so weit vorgebeuget wird, daß bey einer Entladung keine gefährlichen Durchbrüche in denselben entstehen können. Ueber die Anzahl und Capacität der zu jenem Zwecke nöthigen Zuleiter von unten her, muß die Erfahrung entscheiden. Es darf aber als wahr angenommen werden, daß mit der Anzahl zweckmäßig angelegter Zuleiter die Sicherheit wachse.

Ueberhaupt, sagt Herr Bodde, dürfen wir es schon als eine wesentliche Verbesserung der Blitzableiter ansehen, wenn wir der Erdseite jene Sorgfalt schenken, die man bisher der Luftseite meistens mit Verschwendung zugewandt hat; wenn wir bey Anlegung der Zuleiter von den oben abgeleiteten Regeln nicht mehr, als die Verhältnisse es fordern möchten, abgehen; und wenn wir endlich, damit die Entladung von einem Punkte aus geschehe, alle Zuleiter oben in eine leitende Verbindung setzen.

Herr Reimarus *) bemerket gegen Herrn Bodde ganz richtig, daß wir wegen der Gegen-Elektricität an der Erde nichts zu befürchten haben. Die Erfahrung zeige mit Gewißheit, daß, so wie die Entladung der Elektricität an der Wolke nicht von deren ganzen Unterfläche in einem Feuerstrome von oben herab erfolge, sondern sich sammle, und nur auf eine oder etliche vorzügliche Stellen hinschieße, daß eben so auch an der Erde die Gegenelektricität nicht von der ganzen Erdfläche ausbreche, sondern sich nach vorzüglichen Stellen hinziehe, und daselbst hervorbreche.

Was die Hauptsache bey einem Wetterstrahle betreffe, so habe er schon längst gezeiget, daß man sich dabey allemal eine zusammenhängende Bahn des Strahls zwischen

*) Gilbert's Annalen. B. XXXVI. S. 115. f.

Digitized by Google

Wolke und Erde, und nicht, wie vormals, einen abgesonderten, zufällig hier hinein- und dort herausfahrenden Feuerklumpen vorzustellen habe. Ueberdem sey es in der Wirkung und Anwendung auf unsere Zurüstung einerley, ob diese Bahn mehr von dieser oder von jener Seite her, oder von beyden gegen einander gerichtet, und ob diese oder jene Elektricität positiv oder negativ gewesen sey. Diese zusammenhangende, oder doch vorzüglich leitende Strecke von Metall sey ja Ab- und Zuleiter zugleich. Indessen verdiene doch die hauptsächlichste Betrachtung beständig die Wolke, weil nur dort, als an einem durch Nichtleiter abgesonderten Körper, die Elektricität angehäuft werden könne, und weil also ursprünglich an ihr der Grund zum aufgehobenen Gleichgewicht befindlich sey, die Gegen-Elektricität an der Erde aber nur abhängig bleibe und sich nach jener richten müsse. Metalle, die sich nahe an der Erde innerhalb oder außerhalb der Gebäude befinden, Gitter aus eisernen Stangen oder Treppengeländer, dergleichen häufig an den Gassen vorhanden sind, brächten keine Wetterschläge hervor, wenn nicht eine Leitung von oben her darauf zuführe.

Ueberhaupt seyen also die Umstände oder Bedingungen der Wetterschläge leicht zu fassen. Der Strahl nehme zuverlässig seine Bahn da, wo er im ganzen Wege zwischen Wolke und Erde am wenigsten Widerstand oder die vorzüglichste Leitung finde. Wenn also z. B. bey einer etwa vom Winde von der Seite her getriebenen Wolke sich mehr Widerstand finden würde, um durch die nicht leitende Luft zu der Auffangungsstange und einem sonst tüchtigen Ableiter zu gelangen, so nehme er eher seinen Weg zu einer niedrigern Ecke am Gebäude mit einer unvollkommenen Leitung. Es könne auch eine Luftschicht mit Dünsten oder eine Zwischenwolke ihn bestimmen, eher hier als dorthin zu fahren, und es könnten auch, wenn der Blitz in zwey oder mehr Gegenständen neben einander eine Bahn antreffe, aus derselben Wolke getheilte Strahlen fahren.

Digitized by Google

Eben so verhalte es sich nun auch mit der Gegen-Electricität. Der Ausbruch an der Erde geschehe nicht überall oder unbestimmt, sondern nur da, es sey an einer oder mehreren Stellen, wo die ausbrechende Gegen-Electricität am leichtesten zu der Bahn der Entladung treffen könne.

Daß nun die Metalle in der Leitung des Blitzes einen solchen Vorzug vor andern Körpern besäßen, daß die Leitung durch sie geschehe, wenn sie auch den Strahl durch beträchtliche Umwege waagrecht oder auf- und niederwärts führen müßten, sey allgemein bekannt. Wenn daher nur dem Blitze außen am Gebäude, von oben bis unten, eine vorzügliche und zusammenhangende Leitung von Metall dargeboten werde, so sey dies sicher hinreichend, unsere Gebäude vor dem Eindringen der Wetterschläge zuversichtlich zu beschützen. Unbestimmte Ausbrüche von der Erde her, durch widerstehende nicht leitende Körper, seyen, nach aller Erfahrung, keinesweges zu befürchten, und eine leitende Strecke, welche die Bahn von oben herab bestimme, bestimme die Bahn der Wirkung auch zugleich von unten herauf. Nur folgende Schwierigkeiten seyen dabey vorzüglich in Erwägung zu ziehen.

Da es ungewiß sey, woher der erste Anfall aus der Wolke kommen werde, so erfordere die Vorsicht, daß wir alle wahrscheinlich in Gefahr stehenden obern Ecken des Gebäudes durch die Ableitung sichern. Es stehe mehr in unserer Macht, die fernere Bahn des Strahls bis zum Ende oder zu der Gegenwirkung zu bestimmen, und sie, wo es uns am bequemsten sey, hinzuleiten. Dabey sey nur zu verhüten, daß der Blitz nicht noch einen Nebenweg antreffe, darein er sich ergießen könnte. Dieses sey aber, der Erfahrung nach, nur in dem Falle zu befürchten, wenn er in der Nähe des angelegten Ableiters mit einem kleinen Absprunge oder Durchbruche, noch eine andere Strecke von Metall erreichen könne, die ihm eine Nebenleitung zur Entladung darbiete, und zumal, wenn er daran reichlicheres Metall, oder sonstige Vorzüge vor

Digitized by Google

dem Ableiter fände. Bey einem mit Metall belegtem Dache seyen solche unvermuthete Durchbrüche von verschiedenen Enden her zu befürchten. Daher räth Hr. Reimarus an, zu den Ableitungsstreifen eine sehr reichliche Breite von Metall zu nehmen, und von metallenen Dächern, oder wo sonst ausgebreitetes Metall Nebenwege befürchten ließe, äußere Ableitungen an mehreren Enden herab zu veranstalten.

Der Herr Stadtrichter Hindersen *) behauptet ebenfalls, daß des Herrn Bodde Ansicht über die gute Anlegung der Blitzableiter nicht die richtige sey. Nicht blos die Oberfläche der Erde, sondern auch alle auf dieser befindliche und mit ihr zusammenhangende Gegenstände seyen in der elektrischen Spannung befangen, und sie werde in demjenigen Punkte, welcher der Gewitterwolke am nächsten sey, concentrirt. Das bewiesen die Versuche mit der Kleistschen Flasche; wenn man den einen Knopf des Entladers an die äußere Belegung ansetze, und dann mit dem andern die Entladung an der Kugel der innern Belegung der Flasche bewirke. Man habe daher den Indifferenzpunkt für jene Spannung nicht da, wo ihn Herr Bodde angebe, sondern zwischen der Spitze des Auffangers am Ableiter und der Gewitterwolke zu suchen. Erfolge eine Explosion der Wolke, oder ein Einschlagen auf einen Gegenstand, so werde in demselben Augenblicke die Spannung aufgehoben, oder die von ihm sogenannte Entzweiung ausgeglichen, und es könne dann von einem Indifferenzpunkte derselben nicht weiter die Rede seyn, sondern es komme blos noch darauf an, daß der Blitzstrahl auf eine dem Gebäude unschädliche Art in den Erdboden abgeleitet werde. Dies geschehe mit völliger Sicherheit durch eine fest und ununterbrochen zusammenhangende metallische Leitung, auch wenn sie nicht immer in lothrechter Richtung, sondern nach Maaßgabe der Form des Gebäudes, mitunter seitwärts abweichend geführet werden müsse.

*) Gilbert's Annalen. Th. LI. S. 458. ff.

Digitized by Google

Die Zuleiter, welche der Herr Prof. Bodde anrathe, von dem Grunde des Gebäudes ab, anzubringen, halte er für ganz überflüssig, und es scheine ihm, daß sie unter gewissen Umständen nachtheilig werden könnten. Man habe nämlich schon Fälle beobachtet, in welchen der Erdboden positiv- und die Gewitterwolke negativ-elektrisch gewesen seyn. In diesem Falle würde aber eine Explosion durch einen solchen untern Zuleiter erleichtert und befördert werden, weil dadurch ein größerer Andrang der positiven Elektricität nach dem der Wolke am nächsten stehenden, folglich gefährlichsten Punkte bewirkt werden würde.

Endlich hat auch noch der Herr Prof. Gilbert *) gegen die Theorie des Herrn Bodde einige Gegenbemerkungen gemacht, welche wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes angeführt zu werden verdienen. Herr Gilbert sagt mit vollem Rechte, daß ihm der Begriff der Elektricität, von welchem Herr Bodde ausgehe, die Sache nicht zu erschöpfen, vielmehr der Betrachtung gerade denjenigen Punkt zu entziehen scheine, worauf es hauptsächlich ankomme. Bey unsern Versuchen mit Ladungen geschehe die Ausgleichung nicht auf dem kürzesten Wege, sondern immer auf dem Wege des geringsten Widerstandes, und auf diesen Widerstand habe ohne Vergleich mehr Einfluß das Leitungsvermögen des Zwischenraumes, als die Kürze des Weges. Dem Herrn Professor Gilbert scheint es vorzüglich auf das anzukommen, was die Entzweiung zur elektrischen mache, und dabey das der Elektricität Eigenthümliche sich ganz besonders durch die Eigenschaft der Körper zu charakterisiren, der Verbreitung der Elektricität längs ihrer Oberfläche aber durch sich hindurch mit ausnehmend verschiedener Kraft zu widerstehn. Auf diese Kraft scheine es ihm hier hauptsächlich anzukommen; sie habe aber Herr Bodde bey seinen Betrachtungen gänzlich vernachlässiget. Aus diesem Grunde hält er die vom Herrn Bodde lothrechte Lage des Blitzablei-

*) Gilbert's Annalen. Th. LI. S. 95. f.

Digitized by Google

ters für nichts Nothwendiges, obgleich für etwas Empfehlenswerthes, wo man sie haben kann; dagegen die zweyte Regel: den schiefen Ableitern schiefe Zuleiter unter dem nämlichen Winkeln und in den nämlichen Ebenen zu geben, für ungegründet. Ihm scheint vielmehr die Hauptregel zu seyn; ununterbrochen zusammenhangende Leitung von hinlänglicher Capacität von dem höchsten Punkte und den vorspringenden Ecken und Schärfen des Gebäudes bis in die Erde herab, und Abwesenheit aller andern ähnlichen partiellen Leitungen in oder an dem Gebäude, durch welche ein Theil des Entladungsschlags zum Abspringen von der Hauptleitung bestimmt werden könnte.

Was die zweyte Anforderung an die Blitzableiter des Herrn Bodde betrifft, daß nämlich der ganze der Erde zugekehrte Pol der elektrischen Spannung durch Zuleiter von unten her heraufgeruckt werden müsse, so daß der Indifferenzpunkt des Entgegenstrebens über dem Gebäude hervortrete; so scheint Herrn Gilbert diese demjenigen gar nicht zu entsprechen, was wir von dem elektrischen Entladungsschlage durch Versuche wissen. Sey nur die Leitung von hinreichender Capacität, so geschehe die Ausgleichung, so weit sich diese Leitung erstrecke, unsichtbar und gefahrlos für alle benachbarte Körper; nur da, wo Nichtleiter zu durchbrechen seyn, finden die zerstörenden Wirkungen, der Entladung statt; und sey dies in der ganzen Ausdehnung des Entladungsstroms der Fall, überall in ihm und nicht blos in dem Indifferenzpunkte.

Herr Prof. Trechsel zu Bern *) hat auf Veranlassung einiger merkwürdigen Blitzeinschläge im Sommer 1819 einige Bemerkungen über die Blitzableiter gemacht, die hier ebenfalls eine Stelle verdienen. Er redet immer noch für die Auffangstangen, und wie mir dünkt, ein kräftiges Wort. Man müsse sich, sagt er, von der Kraft einzelner Ableiter mit Auffangstangen, Gewitter allmählig abzuleiten und zu schwächen, freylich nicht übertriebene Vorstellungen machen. Bedenke man aber dann die

*) Gilbert's Annalen. B. LXIV. S. 2440. ff.

Digitized by Google

auffallende Wirksamkeit, welche metallene Spitzen zur Schwächung und Entkräftung auch der stärksten Elektrisirmaschinen äußern, und habe man in die zum Theil furchtbaren Thätigkeitsbeweise beobachtet, die ein zur Unterbrechung und zum Funken-Schlagen eingerichteter Ableiter zur Zeit eines nahenden Gewitters triebe, so dürfe man diese einsaugende, sogenannte offensive Wirkung nicht für ganz unbedeutend halten. Führe doch der Ableiter, wenn der Strahl wirklich durch ihn gehe, einen solchen mächtigen Elektricitäts-Strom in einem Augenblicke zur Erde, warum sollte er nicht in längerer Zeit den Stoff zu manchem Strahl abführen können? Könne man auch nicht leicht mit Stecknadelspitzen einem Menschen das Blut abzapfen, so komme doch die Feinheit und Beweglichkeit des Bluts, mit derjenigen der elektrischen Flüssigkeit, in keinen Vergleich. Und wohl möchten die Millionen Tannenspitzen auf den Bergen eine schöne Portion Gewitterstoff zur Erde führen; warum wären sonst die Gewitter in Ebenen heftiger, besonders anhaltender, als auf Bergen? Und warum schlüge hier der Blitz so äußerst selten in die Alpenhütten, obgleich leitende Rauchsäulen aus ihnen in die Höhe stiegen? Am wahrscheinlichsten sey es ihm, die Gewitterwolke sey ein Laboratorium zur Bildung der Elektricität, und nicht ein Magazin zur Aufbewahrung bereits gebildeter; er glaube aber, daß sie in ununterbrochener und nicht blos in augenblicklicher Thätigkeit sey, wie de Luc meinte; d. h. die Wolke ladet sich wahrscheinlich nach und nach; von Zeit zu Zeit entladet sie sich durch Blitze, ladet sich dann wieder, und so abwechselnd, bis die Ursachen ihrer Ladung allmählig zu wirken aufhören.

Für diese allmählige Bildung des Gewitterstoffs in den Wolken, und für die Möglichkeit einer eben so allmähligen Abführung oder wenigstens einer Schwächung durch zugespitzte Ableiter, scheine eben jene unablässige Thätigkeit zu sprechen, welche sich an einem unterbrochenen Ableiter zur Zeit eines Gewitters beobachten lasse. Den wirklichen Ausbruch des Blitzes werde ein solcher Ableiter freilich

Digitized by Google

nicht allemal verhindern, zumal wenn das Gewitter schnell und kräftig heranziehe, schädliche Blitze aber höchst wahrscheinlich auffangen, und bey gehöriger Einrichtung unschädlich ableiten. Selbst bey einer metallischen Belegung der Dachfirste, Rauchfänge und übrigen Hervorragungen hält er die Auffangstängen als sehr nützlich.

Lapostoll hat in den neuesten Zeiten sehr viele Versuche mit verschiedenen Körpern gemacht, um dadurch die Leitungsfähigkeit derselben für Elektricität genau unter sich zu vergleichen. Er wollte dadurch gefunden haben, daß die Metalle keine vollkommenere Leiter der Elektricität wären, weil sich die Schwierigkeit, mit welcher sich diese selbe ihnen mittheilet, und mit der sie sich in ihnen verbreitet, und aus ihnen ausströmet, durch die Erschütterungen der Lichtfunken und des knisternden Geräusches bey ihrer Elektricitätsentladung und Ladung zu erkennen gebe. Es könnten daher metallene Blitzableiter ihren Zweck nicht mehr erfüllen, wenn ihr Zusammenhang mit der Erde schadhaft und unterbrochen wird. Das tiefe Versenken ihrer Enden im Wasser, oder im feuchten Boden vermehre nur die Kosten ihrer Anlegung, aber nicht ihre ableitende Kraft, indem das Wasser ihnen nicht die Elektricität entziehe. Dagegen soll Stroh ein viel vollkommenerer Elektricitätsleiter als Metall seyn. An einem mit einer Spitze aufgerichteten 15 Fuß langen Strohseile zeigte sich nach Lapostoll's Angabe bey Gewittern kein Lichthof an der Spitze, und kein Funken an seinem den Erdboden berührenden Ende; nur die Divergenz der Goldblättchen eines an ihm gehaltenen Elektrometers zeigte die durchgehende Elektricität an; sie wurde aber in großen Funken sichtbar, als man eine an des Strohseils Ende angebrachte Metallkugel durch einen Ausladet mit der Erde verband und so entlud. Mit einem 7 bis 8 Zoll langen Strohseil von beliebiger Dicke soll sich jeder Collektor und jede stark geladene elektrische Batterie auf einmal vollständig, ohne Lichterscheinung und Erschütterung für den Ausladet entladen lassen, und durch ihn soll

Digitized by Google

sich die Elektricität sogleich mit dem Erdboden ins Gleichgewicht setzen, ohne sich den andern Personen, die mit ihm einen Kreis bilden, mitzutheilen. Da nun auch Risse, Brüche, durch Fäulniß entstandene schadhafte Stellen das vollkommene Leitungsvermögen eines solchen Strohhalms nicht im mindesten vermindern sollen; so werden wegen dieser Vorzüge und wegen ihrer Wohlfeilheit die Blitzableitungen durch Strohseile denen von Metall vorgezogen. Nach einer Beschreibung, wie diese Blitzableiter von Stroh zu verfertigen sind, äußert Lapostoll, daß sie in Menge in solchen Gegenden, wo Hagelwetter ziehen, angewendet, auch als Elektricitätsaussauger und Vernichter, den Hagelschlag vermindern würden.

Man hatte zwar gegen diese Behauptung des Herrn Lapostoll die Erfahrung angeführet, daß der Blitz Strohhaufen und Strohgarben entzünde; allein dagegen ließe sich erinnern, daß ein Strohseil ganz anders wirken könne, als ein solcher Haufe, indem durch Druck, Feuchtigkeit und Wärmeentbindung Prozesse obwalten, die in dem Strohseile nicht statt finden. Es kam also auf genaue Versuche an, welche zeigen mußten, ob die Behauptung des Herrn Lapostoll Grund habe, oder nicht. Dergleichen Versuche haben die Herren Müller und Hoffmann zu Breslau *) mit aller nur möglichen Vorsicht angestellet. Sie wurden dadurch belehret, daß Strohseile, aus Halmen ihrer Länge nach über einander gebunden, die Elektricität in größerer Entfernung als metallene Spitzen einsaugen und zerstreuen, auch wenn ihr Zusammenhang in der Länge zollweit durch einen isolirenden Körper unterbrochen ist; daß sie aber nur auf einen kleinen Umkreis des Punktes des Cylinders und des Conduktors der Maschinen, gegen den sie gehalten werden, die Elektricität anziehen, und zwar nur langsam und unvollständig; daß an den Halmspitzen sich auch Lichthöfe, eben so, wie an

*) Schlesische Provinzialblätter vom Jahre 1801. Drittes Stück. März. p. 239. f.

Digitized by Google

den Metallspitzen, zeigen, und sich die Elektricität auch mit einem knisternden Geräusch, mithin mit Widerstand in ihnen fortpflanzet; daß Strohseile nur durch langsames Annähern, und oftmals beharrliches Berühren mehrerer Stellen, geladene Flaschen, aber noch unvollständiger geladene Batterien, wiewohl ohne Mittheilung eines Schlages entladen; beyde sich auch dann laden lassen, wenn die äußern und innern Belege mit Strohseilen verbunden sind.

Hiernach wurde geschlossen, daß die Strohseile, als langsame, unkräftige Einsauger und als unvollkommene Leiter der Elektricität, gar nicht geeignet wären, die schnelle und mächtige Entstehung des elektrischen Prozesses der Gewitter, des entgegengesetzten Ladungszustandes der Wolke und der Erde in ihren Entladungen zu verhindern; sie könnten also nicht als Blitzableiter gebrauchet werden. Der Herr Professor Scholz sahe bey seinen mit dem Herrn Kammer-Mechanikus Klingert mit einem Strohseile angestellten Versuchen, dessen Halmen in einander geflochten waren, sogar den Funken des Conductors über das ihm entgegen gehaltene Ende hinaus zum andern Ende springen, das mit einem metallenen Griffe versehen war.

Blitzröhren (Fulgurit) (N. A.) sind röhrenartige Schlacken, welche an mehreren Stellen der Erdoberfläche besonders in sandigen Gegenden auf der Erdfläche senkrecht stehend gefunden werden. Ein gewisser Oekonom, Herr Lenzen, entdeckte sie zuerst in einer sandigen Gegend der Senne, in Westfalen *), und war der Meinung, daß Blitze die Punkte, wo sie sich finden, getroffen, und sich schnell, bis zu einer gewissen Tiefe, durch Schmelzung ihren Weg dahin gebahnt haben könnten, daher er sie auch Blitzröhren nannte.

Diese Röhren finden sich nach Angabe des Herrn Lenzen in der sogenannten Senne auf Stellen, welche

*) Voigt's Magazin für den neuest. Zustand d. Naturk. B. X. S. 491. ff.

Digitized by Google

durch starke Winde vom Rasen entblößt, und zu Sandgruben geworden sind, die oft funfzig bis hundert Schritte im Umfange, und zehn bis zwölf Fuß Tiefe haben. Meistentheils stehen sie lothrecht, außer daß sie hie und da kleine Biegungen machen. Ihre Dicke bleibt sich fast gleich. Die innere Oeffnung ist leer, wenn nicht zufällig von oben Sand hineingefallen ist. So weit sie durch moorartige Erde gehen, haben sie auch die schwärzliche Farbe angenommen, und nur da, wo sie den weißen Sand berühren, haben sie auch diese Farbe. Zunächst um die Röhre oder Schlacke ist der Sand eine Linie dick roth, wie derjenige, den man in Ziegelöfen findet. Die stärksten Röhren haben sich am mehresten wieder geschlossen, die dünnern hingegen fast gar nicht, vermuthlich, wie Herr Henzen meint, weil letztere am schnellsten wieder erkalteten. In Scheidewasser, Vitriolöhl und Essig erlitten sie nicht die geringste Aenderung, und ohne Potasche konnten sie im Glasofen nicht zum Schmelzen gebracht werden, welches alles dem Herrn Henzen keinen Zweifel übrig ließ, daß ihre Entstehung nicht vom Blitze herrühren sollte.

Daß übrigens das Innere der Röhren durch Schmelzung entstanden sey, giebt der Augenschein; denn es ist wirkliches Glas, in welchem sich auch hin und wieder kleine Luftblasen befinden. Nur von außen ist in dem Moment der Schmelzung etwas Sand angebacken, daher sie sehr rauh und scharf anzufühlen sind. Ihre Farbe ist weißlichtgrau, bald lichter, bald dunkler, je nachdem die Sandschicht war, durch welche die Oeffnung gehet.

Im Jahre 1816 hatte Herr Karl Gust. Fiedler *) aus Bauzen Gelegenheit mit dem Herrn Henzen in der Senne nach Paderborn zu mehrere dergleichen Blitzröhren aufzufinden. So tief sie sich auch in die Erde erstreckten, so gelang es bey aller Behutsamkeit doch nicht lange zusammenhangende Stücke herauszubringen, weil

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 122. ff.

Digitized by Google

die Röhren durch häufige Quersprünge in größere und kleinere Stücke getrennt waren. Eine von diesen Röhren hatte eine sehr weite Oeffnung von etwa 7 Linien Durchmesser, ihre Wände waren nicht stärker als dickes Papier und zeigten sich nach allen Richtungen in unbestimmt eckige Stücke gesprungen. Die Bruchstücke glichen an der innern Seite einem schönen milchweißen Email, voller wollenartiger, und kugelförmiger Hervorragungen, welche deutlich durch Aufschäumung entstanden waren; die Außenseite dagegen bildeten angeschmolzene, undurchsichtige weiße Quarzkörner. Die Röhre war bey ihrer weiten Oeffnung ganz mit hineingefallenem Sande angefüllt; rund herum zeigte sich der Sand eine Linie dick röthlich gefärbt.

Dergleichen Blitzröhren hat man nach der ersten Bekanntmachung des Herrn Henzen an mehreren Orten Deutschlands, in Preußen, England und in sandigen Ebenen von Bahia in Brasilien u. s. f. gefunden.

Ein wesentlicher Bestandtheil der Blitzröhren ist Kieselerde mit einem geringen Eisengehalte, für sich vor dem Löthrohr unschmelzbar. Der Bruch ist kleinmuschlich; die dickern Seitenwände der Röhren sind von auslaufend strahliger Textur, voll länglicher, horizontal nach der Peripherie ausgehender größerer und kleinerer Blasen von einem dem Fette ähnlichen Glasglanze. Ihre Farbe geht vom dunkelbläulich Grauen in verschiedenen Abstufungen des Grauen bis ins Milchweiße, letzteres jedoch am seltensten. Die innern Seitenwände sind mit einem vollkommenen Glas überzogen, theils kleintraubig, theils mehr geflossen, stark glasglänzend, sie ähneln sehr dem Glasopal. Nach außen zu nimmt die Schmelzung immer mehr ab, so daß die äußersten Quarzkörner nur eben angefritte sind. Am seltensten sind diejenigen, deren dünne Seitenwände aus Quarzkörnern bestehen, welche blos an ihren Außenseiten glasig mit einander verbunden sind, deren Innerstes aber milchweiß und beynahe undurchsichtig ist. An den Kanten und den dünnen Stellen der innern Seitenwände sind sie stark durchscheinend, seltener durchsichtig.

Digitized by Google

Aus Glas machen sie Röhren, mit dem Stahl geben sie Feuer, und ihr specifisches Gewicht ist wegen der Blasenräume sehr verschieden, zwischen 1 und 2, das der blasenfreiesten 1,924.

Die Außenseiten der Röhren sind theils ziemlich abgerundet, theils bestehen sie, und zwar am gewöhnlichsten, aus zackigen oder knorrigen längs herunter laufenden Erhöhungen, die oft durch Vertiefungen unterbrochen sind, und ähneln dem Aeußern nach der aufgeborstenen Borke am untern Ende alter Birken. Meist gehen die Röhren senkrecht mit kleinen unregelmäßigen Krümmungen zur Seite in den Sand hinab. Sie sind von 1 Linie bis über 2½ Linien dick von röthlichem, ins Goldliche gehenden Sande umgeben, der, wenn er trocken wird, abfällt, und seine Färbung von einem geringen Eisengehalte besitzet. Durch öftere Quersprünge sind sie in lauter größere und kleinere Stücke von 5 Zoll bis zu ½ Zoll Länge getrennt. Wenn der Wind den trockenen Sand an ihren Seiten weggeweht hat, so findet man die losen Stücke wegen ihrer Leichtigkeit über die Oberflächen desselben weggerollt.

Die Röhren gehen entweder als eine einzige hinab, oder sie theilen sich, meist in einiger Tiefe, in ein Paar Aeste, deren jeder wieder kleinere Seitenäste von einem bis mehreren Zollen, ja bis über 1 Fuß Länge aussendet. Zwanzig bis 30 Fuß tief hat man sie in ihrer Länge gefunden, und endigen sich spitz. Die mit dickern Seitenwänden, und solche, bey welchen sich eine vollkommene Verschmelzung der Quarzkörner zeigt, sind oft wollenförmig verengt, oft auch ganze Strecken lang völlig zusammengeflossen.

Die Färbung der innern Masse, und besonders die der Außenseite der Röhren richtet sich nach der Sandschicht, durch welche sie gehen. In den obersten Sandschichten, welchen meist etwas Dammerde beygemengt ist, sind die Außenseiten deshalb oft schwärzlich, weiter nach unten aber gelblichgrau, graulichweiß; und wo der Sand rein

Digitized by Google

und weiß ist, finden sich die Röhren auch beynahe ganz weiß.

Höchst wahrscheinlich sind diese Röhren durch die Wirkung des Blitzes entstanden, und haben daher auch den schicklichen Nahmen Blitzröhren erhalten. Man hat zwar die Meinung gehabt, daß sie aus einer vorgeschichtlichen Periode seyen; allein der Augenschein und selbst die Lagerstätte, die mehr von einer neuern Entstehung unläugbare Spuren geben, sind dieser Meinung durchaus nicht günstig. Der Herr D. Clarke in Cambridge läugnete, daß die zu Drigg in Cumberland aus einem Hügel von Triebsand ausgegrabenen Sandröhren durch die Wirkung des Blitzes entstanden wären, indem ihre innere Wand so wenig eine Verglasung sey, als der Glasopal oder der Perlstinter, vielmehr hält er dafür, daß sie eine diesen Mineralien ähnliche Concretion wären. Er brachte ein Stück einer solchen Röhre vor die Flamme des mächtigen Newmannschen Gebläses mit Knallgas; es schmelzte sogleich zu einem Kügelchen reinen durchsichtigen Glases, welches Blasen enthielt, gerade so wie Glasopal und Bergkrystall; und dies sieht er als eine Bestätigung seiner Meinung an. Dagegen kann aber mit Recht erwiedert werden, daß die augenblickliche Hitze des Blitzes im Schmelzen ganz anders, als die dauernde Gluth der Flamme des Gebläses, wirkt. Die emaillenartige Masse, welche die innere Lage der Blitzröhren bildet, enthält schon solche Bläschen, wie sie Herr Clarke nach der Schmelzung bemerkte, ja an mehreren Stücken sind diese Bläschen an der durch sie aufgetriebenen Oberfläche geplatzt, und die Masse ist während dessen erstarrt; weder Glasopal noch Bergkrystall zeigt von diesen etwas. Endlich ist aber auch jene innere Helle kein durchsichtiger glasartiger Körper, wie diese Mineralien, sondern ein undurchsichtiger emaillenartiger Fluß.

Der Herr v. Humboldt hatte bey seiner Reise in der Mexikanischen mit beständigem Schnee bedeckten Cordillere Nevada de Toluca einige Stücke Trappporphyr von

Digitized by Google

einem Berggipfel mit Lebensgefahr abgeschlagen, welche in der königlichen Mineraliensammlung zu Berlin sich befinden. Weil die stellenweise verglaste und glänzende Oberfläche dieses Minerals blos eine Wirkung des Blitzstrahls seyn kann, und der Herr Prof. Gilbert durch den Herrn Prof. Weiß zu Berlin wegen der großen Aehnlichkeit der Blitzröhren mit diesem Mineral aufmerksam gemacht wurde, so fand man bey genauer Vergleichung, daß beyde oberflächliche emaillenartige Verglasungen offenbar einerley Ursprung haben müssen.

Bey dieser Gelegenheit machte auch Herr Professor Gilbert auf einen geschickten Prediger Namens Leonh. David Hermann zu Massel in Schlesien aufmerksam, der bereits zu Anfange des vorigen Jahrhunderts Blitzröhren bis zu ansehnlichen Tiefen in den dortigen Sandhügeln ausgegraben, sie schon in Kupfer zwar roh, aber doch kenntlich abgebildet, und ganz gut beschrieben hat. Er hielt aber diese Röhren für eine Erzeugung von einem unterirdischen Feuer, das den Sand geschmolzen, accedente nämlich viscoso quodam succo *).

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 121. B. LXI. 235. 249. 313. B. LXV. S. 206. f.

Blut (Zus. z. S. 189, Th. VI.). Herr D. Schübler **) stellte Versuche über den Einfluß der Elektricität auf das Blut an, und fand folgende Resultate:

Das Blut coagulirt in dem elektrischen Zustande langsamer, aber doch zuletzt vollkommen. Positive Elektricität, wenn sie durch das Medium der Luft auf das Blut übergeht, zersetzt dieses, es coagulirt nicht mehr gehörig; die Oberfläche wird wie aufgelöset, die tiefern Schichten aber gewinnen. Die negative Elektricität, ganz auf dieselbe Art, und in derselben Stärke angewandt,

*) Massographia oder Beschreibung des schlesischen Massel im Fürstenthum Oels mit seinen Schauwürdigkeiten ꝛc. Von Leonh. Dav. Hermann, Pfarrer zu Massel. Brieg 1722. 4.

**) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXII. S. 344.

bringt diese Erscheinung nicht hervor; das Blut coagulirt zwar langsamer, als im unelektrischen Zustande, jedoch zuletzt vollkommen. Mit diesen Erscheinungen ist sowohl bey der positiven als negativen Elektricität eine sehr schnelle Wärmeabnahme verbunden; das elektrische Blut erkältet weit schneller, als im unelektrischen Zustande, und zuletzt entsteht eigentliche Kälte; das elektrische Blut wird gegen 2 Grade kälter als das umgebende Medium. Auch erwärmtes Wasser zeigt dies schnelle Erkalten; eben so zeigte es Oehl, Quecksilber und feste Körper, nur mit dem Unterschiede, daß letztere nicht unter die Temperatur des umgebenden Mediums erkalten.

Die galvanische Elektricität zeigt ähnliche Einwirkungen auf die Blutmasse. Frisches Blut wird durch den positiven Pol schwarz, zersetzt und aufgelöset. Am negativen Pol entsteht ein scharlachrother Ring, der sich immer mehr erweitert, ohne merkliche Zersetzung der Blutmasse (bey schwachen galvanischen Batterien). Bey schon coagulirtem Blut zeigen sich etwas abgeänderte Erscheinungen; das Blut wird an beyden Polen schwarz, und von einer Röthe am negativen Pol zeigt sich nichts mehr. — Thiere, welche sich in völlig verschlossenen Glasglocken in atmosphärischer anhaltend elektrischer Luft befinden, sterben jedesmal früher, als andere unter denselben Glasglocken in unelektrischer Luft. Erstere lassen bey ihrem Tod in der sie umgebenden Luft mehr Lebensluft, als letztere, zurück. Vögeln ist die elektrische Luft lange nicht so nachtheilig, als Säugethieren.

(Zus. z. S. 416. Th. I.). Eine schöne mechanische Erklärung des Umlaufs des Blutes hat unter Anleitung des Herrn Professor Gilbert der Herr Schubarth gegeben, welche mit des erstern wenigen Worten folgende ist *): Bey dem Umlaufe des Bluts in dem thierischen Körper wird das Ansteigen desselben in den mit Klappen versehenen Venen bis zu dem Herzen hinauf, der Haupt-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVII. S. 105. f.

sache nach dadurch bewirkt, daß erstens der Vorhof der rechten Herzkammer beym Erweitern eine luftleere Höhlung bildet, in welche der Druck der Atmosphäre das Blut aus diesen Venen, deren Klappen sich alle nach dem Herzen zu öffnen, hineindruckt, und daß zweytens aus diesem Vorhof die an ihn gränzende Herzkammer, wenn sie sich erweitert, und dadurch zu einem luftleeren oder luftverdünnten Raume wird, das Blut, das er aufgenommen hatte, in sich saugt. Das rechte oder venöse Herz und die in dasselbe sich ergießenden Venenstämme sind daher ihrem Mechanismus nach mit einer Saugpumpe zu vergleichen. Und noch passender ist die Vergleichung des rechten Herzens mit einem, mit einem Druckwerke verbundenen Saugwerke, in so fern nämlich das Blut, das in die rechte Herzkammer, bey dem Erweitern derselben und dem gleichzeitigen Zusammenziehen des Vorhofs, eingesogen worden, bey dem Zusammenziehen dieser Herzkammer, aus ihr in die durch ein Druckventil (die Klappen der arterlosen Oeffnung der rechten Herzkammer) verschlossene Lungenschlagader und in die Lungen getrieben wird. Ein ganz gleiches Saug- und Druckwerk bilden das linke Herz und das zu demselben gehörende System der Schlagadern und der Lungenvenen. Wenn der Vorhof desselben sich erweitert, hebt die Atmosphäre das Blut aus den Lungen, durch die Lungenvenen, in die sich bildende luftleere Höhlung dieses Vorhofs hinein, und aus ihr in den gleich darauf sich bildenden leeren Raum der sich erweiternden linken Herzkammer; beym Wiederzusammenziehen dieser Herzkammer aber wird das Blut mit der ganzen Muskelkraft dieser Kammer in die Aorta und die Arterien bis in ihre feinsten Verästelungen herab gedruckt.

Diesem gemäß befindet sich also in unserm Körper in jeder der beyden Hälften des Herzens und in den mit ihnen verbundenen Systemen von Blutgefäßen ein Saug- und Druckwerk, welche in beständiger Thätigkeit sind, und in ihrer Arbeit nicht unterbrochen werden können ohne Gefahr des Lebens. Ein jedes dieser beyden Saug- und Druck-

Digitized by Google

werke besteht: erstens aus zwey sich abwechselnd erweiternden und zusammenziehenden hohlen Räumen, die gleichzeitig stets in entgegengesetzter Bewegung sind, wie die beyden Kammern eines doppelten Blasebalges unmittelbar an einander gränzen, und durch ein Klappenventil zusammenhängen, welches sich aus der mit den Venen in unmittelbarer Gemeinschaft stehenden saugenden Höhlung (dem Vorhof) nach der mit den Arterien verbundenen Höhlung des saugenden Druckwerks (der Herzkammer) zu öffnet, nach entgegengesetzter Richtung verschließt; zweytens aus einem Apparat von Saugröhren, die sich in die saugende Höhlung ausmünden; und von denen die, in welchen das Blut durch Saugen angehoben werden muß, mit mehreren Saugventilen unter einander versehen sind; und drittens aus einer durch ein Druckventil, wie die Steigröhren der Druckwerke, verschlossenen Röhrenleitung, welche von der zweyten Höhlung ausgeht, und in welche die Kraft, die diese Höhlung zusammenzieht, und verkleinert, das Blut mit einer solchen Gewalt hineindruckt, daß es durch alle Verästelungen der Röhrenfahrt bis an das Ende derselben hindurch muß. Die beyden Vorhöfe sind die saugenden Höhlungen; die beyden Herzkammern aber die Theile, welche die Stelle der Kolbenröhren in den Druckwerken vertreten, indem sie von den Vorhöfen durch ein Saugventil, von den Schlagadern durch ein Druckventil getrennt sind, und beym Erweitern sich saugend mit Blut aus den Vorhöfen füllen, beym Zusammenziehen aber das eingesogene Blut in die Schlagadern hineindrucken; die Blutadern oder Venen vertreten die Stelle der Saugröhren des Saugwerks; die Schlagadern oder Arterien aber die Stelle der Steigröhren, und die Klappen der arteriellen Oeffnung der Herzkammer, die Stelle der Druckventile des Druckwerks. Der Vorhof des linken Herzens, in welchen sich die vier Lungenvenen ausmünden, ist das Saugwerk, die Kammer des rechten Herzens, aus welcher die Lungenschlagader ausgeht, das saugende Druckwerk für den kleinen

Digitized by Google

Umlauf des Blutes durch die Lungen; dagegen ist der rechte Vorhof mit den beyden großen Hohlvenen das Saugwerk, und die linke Herzkammer mit der Aorta das Druckwerk für den großen Umlauf des Blutes durch den ganzen übrigen Körper. Bey dem kleinen Umlauf dienet ein einziges Saugventil, welches sich an der Ausmündung des linken Vorhofs in die linke Herzkammer befindet; denn das Blut, welches durch die Lungenvenen dem Herzen zufließt, wird bey aufrechter Lage des Körpers nicht erhoben, sondern geht in fast horizontaler Richtung aus den Lungen zu dem nahen Herzen. Eben so wenig bedurften, der Ventile, die obere Hohlvene, und die in ihr sich ausmündenden Blutadern, in welchen das Blut vom Kopfe zum rechten Vorhof herabsinkt. Dagegen sind in der untern Hohlvene und den übrigen Blutadern, in welchen das Blut aus den untern Theilen des Körpers und aus den Armen diesem Vorhof zugehoben wird, viele säckchenförmige Saugventile unter einander angebracht. Daß die linke Herzkammer wenigstens dreymal stärkere Muskeln als die rechte hat, erforderte die weit größere Kraft, welche nöthig ist, das Druckwerk für den großen Kreislauf, als das für den kleinen Kreislauf in Bewegung zu setzen.

Die einzige Schwierigkeit, welche dieser Theorie entgegenstehet, ist diese: bey den gewöhnlichen Saugpumpen lastet die Atmosphäre auf der Oberfläche des Wassers, in welchem die Saugröhre mit ihren starren Wänden stehet, und preßt das Wasser in den luftleeren Raum, der beym Hinaufziehen des Kolbens in der Kolbenröhre entsteht, bis zur Höhe von etwa 30 Fuß hinauf. Dieses findet nicht auf ähnliche Art bey den Venen statt. Denn erstens endigen sich diese in Haargefäßen, welche sich entweder in dem Zellgewebe verlieren, oder mit den Arterienenden unmittelbar zusammenhängen; und zweytens sind die Wände der Blutgefäße nicht fest und starr, sondern biegsam, müssen also, wenn der Druck, den sie von außen und den sie von innen her leiden, gleich zu seyn aufhöret, nache

Digitized by Google

geben, und also etwas zusammengedrückt werden, wenn beym Bilden eines luftleeren Raumes in dem sich erweiternden Vorhof, der Druck von innen vermindert wird. Mit diesen Verschiedenheiten von den gewöhnlichen Saugpumpen besteht indeß sehr gut die saugende Wirkung des Herzens und der Venen. Die Venen leiden nämlich den Druck der Atmosphäre in ihrer ganzen Länge von außen her, theils unmittelbar (in den mit Luft gefüllten Höhlungen), theils mittelbar (in allen weichen Theilen, die dem Drucke der äußern Luft und der Luft in dem Körper nachgeben), und dies ist der Fall bis zu den Enden ihrer Capillargefäße hinab; daß dann aber die saugende Wirkung des Herzens bis zu diesen äußersten Enden herab reichen müsse, beweiset die Erfahrung, daß sich die feinsten Thermometer mit haarförmigen Röhren durch Verdünnung der Luft in ihrer Kugel, also mittelst des Luftdrucks, mit Quecksilber füllen lassen. Durch die Haarröhrchen-Wirkung dieser Anfänge der Venen wird den Stämmen das arterielle Blut stets mit einer solchen Kraft zugehoben, daß die während des Erschlaffens des Vorhofs etwas erschlafften Venen während der nächsten Zusammenziehung desselben wieder eben so stark von Blut angeschwellet werden, als sie es zuvor waren. Und wenn die Capillargefäße der Venen mit denen der Arterien unmittelbar zusammenhängen, so könnte hiezu auch noch der Druck derjenigen, die das Blut in den Schlagadern von dem Herzen ab, bis in ihre feinsten Anfänge fortschaffen. Daß aber diese letztere Kraft dazu nicht nöthig ist, beweisen die Lymphgefäße, deren capillare Anfänge blos durch Haarröhrchenkraft sich voll saugen, und deren mit Klappen gleich den Venen versehenen Stämme alle in einen sich vereinigen, der sich in eine der großen Venen unfern mündet, und alles aufgesogene, durch die Saugkraft des rechten Herzens gezwungen, in sie ausgießt.

Herr Prof. Gilbert fügt nun noch einige physikalische Bemerkungen über den Kreislauf des Blutes durch die Arterien bey, und zwar über die Art, wie die Arte-

Herzkammer und die für den großen Kreislauf bestimmten Schlagadern das Blut durch sich bis zu den Venen fort treiben, und wie dabey der Pulsschlag entstehe, wovon bisher noch gar keine befriedigende Auskunft gegeben war. Er bemerkte, daß zwar die Parry'sche Erklärung des Pulses im Ganzen richtig sey, allein er habe sie mehr verdunkelt, und Schwierigkeiten dabey gefunden, wo doch gar keine wären. Es pflanze sich ein Druck, den eine Flüssigkeit, mit welcher ein Gefäß ganz angefüllt sey, an irgend einer Stelle ihrer Oberfläche erleide, nach allen möglichen Richtungen durch die ganze Flüssigkeit so fort, daß jeder Theil der Wände von derselben Größe, als der unmittelbar gedruckte Theil, einen Druck von derselben Größe, als dieser, erleide. Der Druck, mit welchem die sich zusammenziehende Herzkammer das in ihr befindliche Blut in die Aorta treibe, müsse daher durch alle Stämme der Schlagadern hindurch sich fortpflanzen, und einen je größern Theil einer Arterienwand nun in das Blutgefäß von außen hineindrucke, einen desto größern Druck von Innen gegen die Arterienwand müsse man während der ganzen Zeit der Zusammenziehung der Herzkammer fühlen, während der Erweiterung derselben keinen. Dieses sey das Pulsiren der Schlagadern an Stellen der Verengerung. Jeder, der seinen Puls befühle, könne sich überzeugen, daß er in keinem momentanen Stoße, sondern in einem die Dauer eines Herzschlages lang fortwährenden Druck bestehe.

Die Wände der Schlagadern seyen biegsame Körper, welche gleich den Darmsaiten, mit welchen sie ihrer Natur nach viel ähnliches besitzen, und gleich den Trommelfellen, durch Spannung elastisch werden. In dem lebenden Körper seyen sie mit Blut so stark angefüllt, daß sie eine bedeutende Spannung und Elasticität haben. Die linke Herzkammer preßt, indem sie sich zusammenziehet, etwa 3 Loth Blut in die Aorta hinein, und das in einer Zeitdauer von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ Sekunde. In steifen Röhren wäre dies unmöglich, da die Haarröhrchenkräfte die engen

Digitized by Google

Mündungen der Capillargefäße der Arterien, für eine so kurz dauernde Wirkung, so gut als verschließt; die biegsamen Wände der Schlagadern geben aber dem Drucke, der auf sie wirkt, nach. Sie schwellen auf, die nächsten bey der Herzkammer zuerst, da bis zu ihnen sich der Druck am ersten fortpflanzt; und da zu dieser Wirkung ein Theil der bewegenden Kraft verbrauchet wird, so muß der Druck gegen die Arterienwände (also auch der Puls) weiter ab vom Herzen immer geringer werden. Indem aber die Aorta und die nächsten großen Arterienstämme durch das Blut, das die linke Herzkammer in sie hinein preßt, anschwellen, wächst die Elasticität ihrer Wände; und hört daher dieser Grund während des Wieder-Erweiterns der Herzkammer auf, so ziehen diese großen Schlagadern sich wieder bis zu ihrer vorigen Weite zusammen, und schieben eine der hineingepreßten gleiche Blutmenge, in die entlegenen Theile dieser Schlagadern und ihre Verästelungen hinein. Hört aber die Wirkung der Aorta und der ihr nächsten Schlagadern auf, so ist die Herzkammer wieder im Zusammenziehen begriffen, und wirkt nun wieder auf die ganze Blutmasse in den Arterien vorwärts treibend, mit dem Ueberschusse ihrer Kraft über den der Elasticität der aufschwellenden Arterienstämme. Daher wird das Blut in den entlegenern Theilen der Arterien immerfort mit ziemlich gleicher Kraft vorwärts bewegt, abwechselnd durch die sich verengernde linke Herzkammer, und die gespannte in den Zwischenzeiten sich wieder zusammenziehenden Stämme der Aorta und der nächsten großen Schlagadern. Aus diesem Grunde läßt sich nicht erwarten, in diesen entlegenern Theilen der Arterien ein abwechselndes, dem Herzschlag entsprechendes Anschwellen und Zusammenziehen wahrzunehmen; dieses findet nur in der Aorta und den ihr nächsten großen Arterienstämmen statt, welche während des Zusammenziehens der linken Herzkammer anschwellen, und während des Erweiterns derselben sich zusammenziehen müssen. Wenn man sie, und nicht die entlegenen Schlagadern entblößte, so

Digitized by Google

würde man eine solche abwechselnde schwellende und zusammensinkende Bewegung derselben unstreitig wahrnehmen. Zugleich erhellt aber auch hieraus, warum man nur an Verengerungen entlegener Arterien den Puls fühlen kann.

Nach Versuchen, auf welche sich Herr Araldi *) beziehe, steige das Blut in einer nahe bey der Aorta angebrachten Röhre bis zu einer Höhe von 9 Fuß; eine Druckhöhe, welche fast dem dritten Theile der des Luftdrucks in unsern Gegenden gleich sey, und ungefähr eine Kraft von 5 Pfunden voraussetze, womit jeder Quadratzoll Oberfläche der Aorta im Mittel von innen stärker als von außen her gedruckt werde, und also auch in ihrem Drucke gegen das Blut, den Luftdruck überwiege. Noch bedeutend stärker müsse der Druck seyn, den die linke Herzkammer beym Zusammenziehen gegen das Blut äußere. Zu einem Wasserstande von 9 Fuß Höhe über eine kleine Oeffnung eines Gefäßes gehöre eine Geschwindigkeit des Ausströmens von 24 Füßen; dieses würde daher die Geschwindigkeit des Blutes in den Arterien und Venen seyn, litte es in ihnen in seiner Bewegung kein Hinderniß. Ebenfalls nach Versuchen, welche Herr Araldi anführe, betrage aber die wirkliche Geschwindigkeit, womit sich das Blut in der Aorta nahe beym Herzen fortbewege, nur $\frac{4}{5}$ bis 1 Fuß. Von der bewegenden Kraft, mit welcher das Blut von dem Herzen in die Schlagadern getrieben werde, gehe also bey weitem der größte Theil in ihnen verloren. Ursachen davon seyen: erstens das Nachgeben der elastischen Wände der vom Blute stark gespannten Aorta und der nächsten Schlagadern bey derselben; dieser Verlust sey aber schon abgerechnet, da die beobachtete Druckhöhe nicht zu dem Druck der linken Herzkammer selbst, sondern zu dem mittleren Druck einer Schlagader unweit der Aorta gehörte; zweytens die Reibung des Blutes gegen die Wände der bis zu Capillargefäßen sich verengernden, dabey aber doch sich so verästelnden Arterien, daß die Summe der

*) Memor. della socie. ital. delle scien. Tom. XI. u. XV. 1810.

Digitized by Google

Mündungen aller dieser Haargefäße größer als der Querschnitt der Aorta seyn solle; drittens endlich die Haarröhrchenkraft, mit welcher die Mündungen dieser Haargefäße die in ihnen enthaltene Flüssigkeit zurückhielten, und dem Ausfließen aus diesen Mündungen entgegen wirkten. Je weniger die zweyte Ursache die Geschwindigkeit des Bluts in den Arterien bis auf $\frac{1}{24}$ der, welche der Druckhöhe in der Aorta entspreche, zu vermindern vermöge, desto mehr müsse diese dritte Ursache daran Theil haben. Man sehe daher, daß er wohl nicht mit Unrecht der Haarröhrchenkraft der venösen Haargefäße es zuschreibe, daß die durch die saugende Wirkung des Vorhofs etwas entleerten Venen, schnell wieder von Blut und Lymphe eben so schnell gefüllt würden, als sie es zuvor gewesen. Diese das Blut in den Arterien-Verästelungen mächtig zurückhaltende, und die etwas entleerten Blut- und Lymphgefäße schnell wieder füllende Haarröhrchenkraft spiele daher in der Oekonomie des thierischen Körpers eine sehr wichtige Rolle. In den Arterien mindere sie die zu große Geschwindigkeit, welche das Herz dem Blute ertheile, und mache, daß es langsam genug aus ihren Haargefäßen austrete, um zu den Funktionen benutzt werden zu können, zu welchen es bestimmt sey; und in den Venen, und Lymphgefäßen komme sie durch beständiges Aufsaugen und durch Füllen derselben vermöge ihrer Verästelungen, der saugenden Wirkung des Herzens zu Hülfe, mache diese bleibend möglich, leite die nährenden Prozesse ein, und verhindere Unordnungen, die durch Ergießungen von Flüssigkeiten in das Zellgewebe, und in die Zwischenräume der festen Körper entstehen würden.

(Zus. z. S. 417. Th. I.). Die Herren Lemery und Menghini hatten durch chemische Versuche bewiesen, daß in dem Blute Eisen sich befinde, und von dieser Zeit an haben die meisten Chemiker die rothe Farbe des Bluts dem Eisen zugeschrieben. Da aber das Eisen von den thierischen Flüssigkeiten nicht aufgelöset wird, so suchten die Chemiker in dem Blute einen Körper aufzufinden, der

Digitized by Google

es darin auflöslich mache. Einige glaubten diesen in dem freyen Alkali zu entdecken; andere, als Sage, Gren u. s. vermutheten, das Eisen sey im Blute an Phosphorsäuren gebunden, und Fourcroy mit Vauquelin behauptete, daß basisches phosphorsaures überoxygenirtes Eisen das färbende Princip des Blutes sey; dagegen glaubte Herr Berzelius, daß im Blute wirklich metallisches Eisen sich befinde. Um diese Meinungen, welche sich auf Thatsachen gründeten, einer genauen Prüfung zu unterwerfen, unternahm es Herr Brande *), neuere Versuche darüber anzustellen, welche ihm folgende Resultate gaben: der färbende Stoff des Blutes enthalte durchaus kein Eisen, sondern er sey vielmehr eine besondere thierische Materie. Herr Vauquelin **) prüfte Brande's Versuche, und glaubte sie, als vollkommen richtig gefunden und dadurch eine wichtige Entdeckung in der Chemie und Physiologie gemacht zu haben. Nach Vauquelin sind die vorzüglichsten Eigenschaften der rothfärbenden Substanz des Blutes folgende:

1. Sie ist ohne merklichen Geruch und Geschmack.

2. Wird sie im Wasser zerrührt, so giebt sie diesem eine Weinfarbe, löset sich aber nicht auf.

3. Trocken scheint sie schwarz, wie Gagat zu seyn, und hat denselben glänzenden Bruch, als dieser Körper.

4. Auch löset sie sich in dem trockenen Zustande willig in den Säuren und Alkalien auf, wodurch eine purpurrothe Farbe entsteht.

5. Wird sie in einem verschlossenen Gefäße erhitzt, so verliert sie weder Farbe noch Gestalt, und verbreitet dabey einen ähnlichen Geruch als die thierischen Materien.

Durch diese Arbeiten der Herren Brande und Vauquelin wurde abermals Herr Berzelius ***) von neuem aufgemuntert, nicht allein die Versuche jener Herren zu

*) Philosoph. Transact. for 1812.

**) Annales de chemie et de phys. Tom. I. p. 9. Janv. 1816.

***) Ebendas. Tom. V. p. 42. 199.

Digitized by Google

wiederholen, sondern auch das Blut einer genauen chemischen Analyse nochmals zu unterwerfen. Sein Zweck betraf vorzüglich folgende beyde Fragen: 1. enthält der färbende Stoff des Bluts Eisen, oder nicht? und 2. was trägt das Eisen, das er enthält, dazu bey?

In Ansehung der ersten Frage entschieden seine Versuche dahin, daß der Farbestoff des Blutes aus 100 Theilen beym Einäschern $\frac{7}{10}$ Theile rothes Eisenoxyd giebt, und daß er folglich $\frac{1}{2}$ Procent metallisches Eisen enthalten muß. Aus diesen seinen Versuchen konnte er nämlich die sichere Folge ziehen, daß der Farbestoff des Bluts, das Eisen, welches einen seiner Bestandtheile ausmacht, und in der Asche desselben gefunden wird, selbst dann zurückbehält, wenn Reagentien, welche ihn zu zerstören streben und das Eisen aufzulösen vermögen, auf ihn einwirken.

Was die zweyte Frage betrifft: ob das Eisen einigen Antheil an der Farbe des Blutes hat? so lasse sich darüber sehr schwer mit einiger Zuverlässigkeit entscheiden: doch hätten wir eben so wenig Gründe dieses zu verneinen, als es zu bejahen. Daß das Eisen nicht auf die Art, wie man geglaubt, nämlich als Oxyd im Blut aufgelöset, das Blut färbe, falle in die Augen; die Gegenwart desselben im Farbestoffe des Blutes könne aber dessen ungeachtet von einem Einflusse für die Farbe seyn. Der Farbestoff komme in den mehresten seiner Eigenschaften mit dem Faserstoff und dem Eyweißstoff überein, und unterscheide sich von ihnen blos durch seine Farbe und seinen Eisengehalt. Noch mehr gleiche er (bis auf die Farbe) der Krystallinse des Auges, in deren Asche sich aber nur Spuren von Eisen finden, indeß die schwarze Materie, mit der die Choroidea des Auges überzogen sey, eine rothe Asche gebe, welche eine sehr große Menge Eisen enthalte.

Herr Berzelius glaubt, daß dies hinreiche, darzuthun, daß der Farbestoff des Blutes sich von den farbenlosen thierischen Stoffen durch die Menge des Eisens unterscheide, welche sich in der Asche desselben finde, und

Digitized by Google

daß es nicht ganz unwahrscheinlich sey, daß dieses Eisen zu der dunkeln Farbe desselben beytrage.

Herr Vauquelin scheine bey seiner Prüfung der angeführten Entdeckung des Herrn Brande den Farbestoff nicht eingeäschert zu haben, und nur, nachdem dieses geschehen sey, lasse sich das Eisen, welches er enthalte, darstellen. Herr Brande habe dies zwar gethan, daß er aber in der Asche dennoch nur Spuren von Eisen gefunden habe, die sich der Wahrnehmung fast entzogen hätten, sey schwer zu erklären, und er enthalte sich hierüber aller Bemerkungen.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIX. S. 344. f. B. LVII. S. 105. ff.

Boraxsäure (Zus. z. S. 423. Th. I.) Daß diese Säure in der Natur in fester Gestalt gefunden wird, hat sich aufs vollkommenste bestätiget. Der Herr D. Saunders *) überschickte der geologischen Societät zu London mehrere Mineralien von den Liparischen Inseln. Unter diesen fanden sich einige Stücke von schuppigen Ansehen, welche der Boraxsäure glichen. Das größte Stück war rechtwinklich geschnitten, 7 bis 8 Zoll lang und 5 bis 6 Zoll breit, und schien von einer sehr großen Masse genommen zu seyn. Die mehresten Stücke waren an der einen Seite mit einer Rinde von Schwefel bedeckt, und ihr schuppiger Theil war gelber als reine Boraxsäure zu seyn pflegt. Smithson erhitzte diesen in einer Glasröhre, und fand, daß, nachdem das Wasser abgetrieben war, sich Schwefel sublimirte, und daß der Rückstand reine Boraxsäure war.

Die mit Schwefelsäure gefüllte Boraxsäure in einer Boraxauflösung behält stets einen beträchtlichen Hinterhalt von Schwefelsäure, welcher sich durch häufiges Waschen mit kaltem Wasser nicht ganz wegnehmen läßt. Um diese gänzlich wegzunehmen, ist das sicherste Mittel dies,

*) Transactions of the geological society. Lond. 1811.

Digitized by Google

daß man die Boraxsäure 15 bis 20 Minuten in einem hessischen Schmelztiegel im Fluß erhält.

Ueber die Natur und Mischung der Boraxsäure ist man lange Zeit in Ungewißheit gewesen, bis endlich im Jahr 1808 die beyden Herren Gay-Lussac und Thenard α) die Entdeckung machten, daß die Boraxsäure aus einem eigenen verbrennlichen Radical (Boron, Boracium, Bore, Boron) und dem Sauerstoff zusammengesetzet sey. Sie wurde zuerst durch sie dadurch zersetzt, daß sie dieselbe mit Kalium in einer kupfernen Röhre glüheten.

Fast um dieselbe Zeit beschäftigte sich auch Herr Davy β) in London mit der Zersetzung und Wiederzusammensetzung der Boraxsäure. Er ließ nämlich eine galvanische Batterie von 500 Plattenpaaren auf Boraxsäure, die mit Wasser genäßt war, durch Platindrähte wirken; dadurch bildete sich sogleich ein Körper von olivenbrauner Farbe an der negativen Oberfläche, der sich allmählich verdickte und zuletzt schwarz erschien. Nachdem nun Herr Davy die Methode erfahren hatte, welche die Herren Gay-Lussac und Thenard gebraucht hatten, die Boraxsäure zu zersetzen und wiederherzustellen, so fand er, daß der an der negativ elektrisirten Oberfläche abgesetzte dunkelgefärbte Körper die Basis der Boraxsäure, oder das Boron, sey.

Um das Boron in hinreichender Menge zu erhalten, muß man die Boraxsäure längere Zeit der Rothglühehitze aussetzen, alsdann pulvern, und mit einem gleichen Gewichte Kalium oder Natrium in einer kupfernen oder eisernen Röhre heftig glühen. Die aus dem Feuer erhaltene Masse wäscht man nach Gay-Lussac und Thenard, nachdem sie erkaltet ist, wiederholt mit Wasser, bis sie aufgelöset ist, oder sich losgeweicht hat. Alles zum Abwaschen gebrauchte Wasser läßt man ruhig stehen, gießt alsdann die überstehende Flüssigkeit ab, und wäscht den

α) Mémoires d'*Arcueil*. Vol. II. p. 311 sqq. und Recherches physico-chimiques. Vol. I. p. 276. sqq.

β) Philosoph. Transact. for 1809.

Niederschlag so lange aus, bis die Flüssigkeit den Veilchensyrup nicht mehr grün färbt. Das zurückbleibende Boron trocknet man in einer Kapsel und verwahret es vor dem Zutritt der Luft.

Nach Davy wird die aus dem Feuer erhaltene Substanz mit verdünnter Salzsäure so lange gewaschen, bis nichts weiter, als ein dunkel gefärbtes Pulver übrig bleibt, welches in der Rothglühehitze getrocknet, das Boron giebt.

Das Boron hat folgende Eigenschaften: Von Farbe ist es grünlichbraun, ist feuerbeständig, und unauflöslich im Wasser. Es ist ohne Geschmack, und reagirt weder auf Lakmustinktur noch auf Veilchensyrup. Wenn es mit Salpeter oder mit überoxygenirt-salzsaurem Kali vermengt, in einen glühenden Tiegel geworfen wird, so entsteht ein lebhaftes Verbrennen, bey welchem Boraxsäure eines der Produkte des Verbrennens ist.

Das Verhältniß des Boron zum Sauerstoffe in der Boraxsäure ist von verschiedenen Chemikern auf verschiedene Art bestimmt und angegeben worden. Gay-Lussac und Thenard schlossen aus ihren Versuchen, daß 100 Theile Boron sich mit 50 Theile Sauerstoff verbinden, um Boraxsäure darzustellen, oder daß 100 Theile Boraxsäure zusammengesetzet sind aus 66,667 Boron und 33,333 Sauerstoff. Nach Davy besteht die Boraxsäure aus 100 Theilen Boron und 200 Theilen Sauerstoff (also gerade das umgekehrte Verhältniß von dem, welches Gay-Lussac und Thenard fanden), nämlich in 100 Theilen 66,667 Sauerstoff und 33,333 Boron. Nach Berzelius enthält die Boraxsäure 73,18 Sauerstoff und 26,82 Boron.

Braunsteinmetall (Zus. z. S. 424. Th. I.). Gahn hatte zwar im Jahre 1774 gezeiget, daß der Braunstein eine eigene metallische Substanz enthalte, aber erst 30 Jahre nach ihm wurde dies Metall rein von John dargestellt, und von demselben Mangan (Manganium) genannt. Auch hat es den Namen Manganes, Man-

Digitized by Google

ganesium. Man erhält dies Metall ganz rein, wenn man eisenfreyes Manganoxyd (Braunstein) mit Kohlenpulver vermengt in einen mit Kohlenpulver ausgefütterten irdenen Schmelztiegel 1 Stunde lang der Weißglühehitze aussetzt. M. s. Gehlen's Journal für Chemie und Physik. B. III. S. 452. ff.

Brechbarkeit des Lichtes (Zus. z. S. 438. Th. I.). Der Herr v. Goethe hatte in seinem bekannten Werke über die Farbenlehre Newton's bisher allgemein als richtig angenommene Lehre wankend zu machen gesucht. Als einen der stärksten Beweise gegen Newton's Theorie sieht er die unmittelbare Beobachtung der Brechbarkeit der Farben im Wasser an. Er macht schon auf einen Versuch aufmerksam, den ein Physiker, Namens Lucas, zu Newton's Zeit gemacht hatte, und verlacht das, was Newton darauf geantwortet hatte. Hierauf giebt er folgenden Versuch an, und hält sich für überzeugt, daß dieser hinreiche, das ganze Gebäude der Newton'schen Theorie umzustoßen: man nehme nämlich zwey, etwa ellenlange, runde Stäbchen, von der Stärke eines kleinen Fingers; das eine werde blau, und das andere orange angestrichen; man befestige sie an einander, und lege sie so neben einander ins Wasser. Wären diese Farben verschiedentlich brechbar, so müßte das eine mehr als das andere, nach dem Auge zu, gebogen erscheinen, welches aber nicht geschehe.

Diesen vom Herrn v. Goethe gemachten Einwurf gegen Newton's Theorie hat der Hr. Prof. Prevoſt *) sehr gründlich widerlegt. Er bemerket zuerst ganz richtig, die farbigen Strahlen könnten durch ihre verschiedene Brechbarkeit von einander entfernet werden, ohne daß darum dies Entfernen sichtbar seyn müsse. Nachher zeiget er durch einen Versuch, daß sich mit gehöriger Vorsicht die verschiedene Brechbarkeit der farbigen Lichtstrahlen durch Wasser hinlänglich sichtbar machen lasse. Bringe

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIX. S. 595. ff.

Digitized by Google

man nämlich in Wasser, an die Stelle, welche ein rother Punkt einnahm, einen blauen, ohne die Stellung des Auges zu verändern, so könne, weil das Licht des letztern stärker gebrochen werde, der Gang der rothen und blauen Strahlen, welche durch Brechung in das Auge gelangen, nicht derselbe seyn. Der blaue müsse unter einem kleinern Einfallswinkel auf die Oberfläche des Wassers fallen, und könne in der Luft den rothen Strahl schneiden. Die Stelle ihres Durchkreuzungspunktes für zwey gegebene Einfallspunkte hänge von der Tiefe ab, in welcher der farbige Punkt sich unter der Oberfläche des Wassers befinde; aber selbst bey den günstigsten Umständen sey der Durchkreuzungswinkel dieser verschiedenfarbigen Strahlen immer nur sehr klein. Er lasse sich etwas größer als 1 Grad erhalten. Um ihn wahrnehmbar zu machen, hat Herr Prevoſt verschiedene Apparate eingerichtet. Einer von diesen besteht aus einer 15 Zoll langen und 1 Zoll weiten Glasröhre, welche so auf einem Fuße steht, daß sie sich beliebig neigen läßt. Sie ist ganz mit einer schwarzen Hülle überzogen, das untere zugeschmelzte Ende ausgenommen, welches das Licht zu dem Gegenstande hinzulassen muß, den man in das Innere der Röhre legt. Dieser Gegenstand besteht aus einem kleinen Papierstreifen, der seiner Länge nach halb roth, halb blau ist, und den man auf dem Boden der Röhre horizontal auf einer schwarzen Unterlage legt. Die Röhre wird dann voll Wasser gefüllt, und so weit geneigt, als dies geschehen kann, ohne daß man aufhört das farbige Papier deutlich zu sehen; ihre Neigung betrug alsdann ungefähr 43 Grade. Man erleuchtet nun den so zubereiteten Gegenstand ziemlich stark, und hält durch einen kleinen Schirm das Licht von dem obern Theil der Röhre ab, weil die Zurückwerfung an der Oberfläche des Wassers störend ist. Endlich nähert man das Auge der Oberfläche des Wassers geradezu, oder indem man durch eine kleine Oeffnung hindurch sieht.

Auf diese Art zeigen sich die verschiedenfarbigen Hälften des Streifens gerade so, als wenn man sie durch ein

Digitized by Google

sehr schwach brechendes Prisma betrachtet. Jede der beyden Helfren hat Herrn Prevost immer ein Farbenspektrum gezeiget; ein Umstand, der beweiset, daß die Farben, mit welchen sie angemalt sind, eine Zerlegung bey der Brechung erleiden. Bestimmt aber erschien das Blau höher als das Roth. Es ward also die Farbenzerstreuung mittelst einer einzigen Brechung im Wasser unmittelbar bewerkstelliget, und dadurch der Herr v. Goethe völlig widerlaget.

Die Schwierigkeit, bey einer einzigen Brechung des Lichtes, wenn es aus Wasser in Luft tritt, eine Farbenzerstreuung sichtbar zu machen, veranlaßte Herrn Prevost, andere brechende Mittel in dieser Hinsicht zu untersuchen; allein er fand, daß hiebey dieselbe Schwierigkeit sich zeige, wie beym Wasser.

Brechung der Lichtstrahlen (Zus. z. S. 432. Th. I.). Man glaubt gewöhnlich, daß Alhazen seine Optik fast gänzlich aus des Ptolemäus Optik entlehnet habe, und daß letzteres Werk als das vollständigste der Alten verloren gegangen sey. M. s. Katoptrik Th. III. S. 82. Allein der Herr v. Humboldt fand in des Herrn la Place Mécanique céleste die Optik des Ptolemäus, nach einem lateinischen Manuscripte der Bibliothek des damaligen Kaisers Napoleon rühmlichst erwähnt, und bat den Herrn Delambre, dies Manuscript genauer zu untersuchen. In dieser Bibliothek befanden sich zwey ins lateinische übersetzte Handschriften von Ptolemäus Optik. Die eine Handschrift, welche Herr Delambre untersuchet hatte, war voller Lücken. Das fünfte Buch, welches von den merkwürdigsten Phänomenen der Strahlenbrechung handelt, ist nach Herrn Delambre das merkwürdigste. Er bemerket, daß man darin gut angestellte physikalische Versuche finde, welches bey den Alten ohne Beyspiel ist. Ptolemäus fängt mit dem bekannten Versuche mit einer Münze an, die so in einem Gefäße liegt, daß der Rand sie zu sehen hindert, und welche sichtbar wird, sobald man das Gefäß voll

Digitized by Google

Wasser gießt. Um die Winkelgröße zu messen, um welche der Strahl gebrochen wird, gebraucht Ptolemäus eines in 360° eingetheilten Kreises, den er senkrecht ins Wasser stellt, so daß der Mittelpunkt desselben, in welchem ein farbiges Stiftchen befestiget ist, sich an der Oberfläche des Wassers befindet. Der Kreis hat zwey Indices, von welchen der eine längs des eingetauchten, der andere längs des über dem Wasser befindlichen Halbkreises beweglich ist. Den erstern stellt er in einer beliebigen Entfernung von dem senkrechten Durchmesser, und verschiebt den letztern, bis der Gesichtsstrahl durch beyde Indices und das Stiftchen im Mittelpunkte geht. Dann sieht er nach, wie viel Theile der Eintheilung die Bogen enthalten, welche zwischen dem senkrechten Durchmesser und jedem der Indices enthalten sind. Auf diese Weise hat Ptolemäus seine Tafel der Brechungswinkel im Wasser für die verschiedenen Einfallswinkel von 10 zu 10 Grad bis 80° zu Stande gebracht. Mit demselben Apparate läßt sich die Brechung der Strahlen aus Glas in Luft bestimmen; Ptolemäus giebt für alle Winkel in der Luft von 10 zu 10 Graden die ihnen entsprechenden Winkel im Glase. Endlich hat er auch die Brechung aus Glas in Wasser bestimmt. Zur Erklärung der Strahlenbrechung beschreibt Ptolemäus dieselbe Figur, auf welche Cassini seine ganze Theorie gegründet hat. Er nimmt, wie Cassini, an, es müsse irgend ein festes Verhältniß zwischen dem Einfallswinkel und dem Brechungswinkel statt finden; weiter geht er aber nicht. Wäre er auf die Idee gekommen, die doppelten Sehnen der Winkel, welche er in seiner Tafel giebt, gehörig mit einander zu vergleichen, so würde er wahrscheinlich das feste Verhältniß, welches er suchte, und folglich das Gesetz der Strahlenbrechung gefunden haben.

Wenn das Licht aus einer stärker brechenden Materie in eine weniger brechende übergeht, so war schon längst sowohl aus der Theorie als aus der Erfahrung bekannt, daß der auf der brechenden Fläche einfallende Strahl

Digitized by Google

nur bis zu einer gewissen Grenze gebrochen, alsdann aber zurückgeworfen wird. Die Umstände, unter welchen die Brechung in eine gänzliche Zurückwerfung übergeht, hat la Place *) umständlicher und genauer, als vor ihm geschehen war, entwickelt. Herr la Place nimmt mit Newton die Voraussetzung, daß das Licht, welches aus einer materiellen Substanz in eine andere damit specifisch verschiedene übergeht, von seiner Richtung durch die Anziehung, welche die andere Substanz in unmerklich kleinen Entfernungen (d. h. in der Berührung) äußert, abgelenket werde. Hiernach würde also, Newton's Sinne gemäß, das Brechungsvermögen die gänzliche Zunahme des Quadrats der Geschwindigkeit, oder der lebenden Kraft des Lichtes seyn, nachdem es die ganze Einwirkung des durchsichtigen Körpers erlitten hat. Die Größe dieser brechenden Kraft, sagt Herr la Place, ist in verschiedenen durchsichtigen Körpern nicht dieselbe, und den Dichtigkeiten derselben nicht proportional. Es sey aber möglich, daß die Funktion der Entfernung, welche die Einwirkung der Körper auf das Licht ausdrucke, für jeden verschieden seyn; es könnte aber auch seyn, daß sie für alle dieselbe wäre, und in den verschiedenen Körpern in weiter nichts abwiche, als in einem für die einzelnen Körper beständigen, nach der Verschiedenheit ihrer Natur aber verschiedenen, Coefficienten, womit ihre Dichtigkeit multiplicirt würde. In beyden Fällen sey die ganze Einwirkung der Körper auf das Licht dieselbe, und da in der Rechnung nur das ganze Resultat dieser Einwirkung mit eingehe, so lasse sich die zweyte Voraussetzung als die einfachste annehmen. Der beständige Coefficient könne dann die verhältnißmäßige Intensität der Wirkung der Körper auf das Licht, oder ihr Brechungsvermögen vorstellen. Es sey also der Exponent des Brechungsverhältnisses aus einer durchsichtigen Materie in eine andere damit specifisch verschiedene $= \mu$, so ist die brechende Kraft der letztern

*) Méchanique céleste. To. IV. p. 241.

Digitized by Google

$= \mu^2 - 1$, und das specifische Brechungsvermögen derselben $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$, wenn d ihre Dichtigkeit vorstellet.

Diesen Betrachtungen zu Folge lassen sich die brechenden Kräfte der verschiedenen Körper, sie mögen durchsichtig oder undurchsichtig seyn, auf Formeln bringen, welche die Umstände näher bestimmen, unter welchen bey den durchsichtigen und undurchsichtigen Körpern eine Zurückwerfung des Lichtes statt hat, wenn nämlich das Licht aus einer Materie von größer brechender Kraft in eine andere von geringer brechender Kraft übergeht.

Es stellen (Fig. 25.) AB, BC und AC drey Ebenen vor, von welchen die beyden erstern die dritte AB, welche als Grundebene betrachtet, und horizontal vorgestellet werden kann, unter den gleichen Winkeln BAC und BCA $= \alpha$ schneiden. Der Raum ABC zwischen diesen drey Ebenen sey mit einer das Licht stärker brechenden Materie ausgefüllt, als die außerhalb desselben befindliche Materie. An den beyden Seitenebenen AB und BC befinde sich nämlich Luft, und unter der Grundebene AC irgend eine andere Substanz. Fällt nun in der Ebene des Neigungswinkels ein Strahl NE auf die Fläche BC schief auf, so wird er nach EL hin gebrochen, wo er die Grundebene in dem Punkte L trifft. Es seye FD und KM die Neigungslothe für die Stellen E und L, und der Einfallswinkel NED $= \beta$, und der gebrochenen Winkel FEL $= \gamma$, so wie der Winkel KLE $= \delta$. Wird nun das Brechungsverhältniß aus Luft in das in dem Raume ABC befindliche brechende Mittel $= \mu : 1$ gesetzt, so hat man sin. β : sin. $\gamma = \mu : 1$, mithin μ sin. $\gamma =$ sin β. Man setze ferner das Brechungsverhältniß aus Luft in die unter der Grundebene AC befindliche, materielle Substanz $= \nu : 1$, so ist das Verhältniß für die Brechung aus der in dem Raume ABC befindlichen Materie in die unter der Grundebene AC befindliche $= \nu : \mu$, und es fängt, wie bekannt, der Lichtstahl an, von der Grundebene zurückgeworfen

Digitized by Google

zu werden, wenn $\sin . \delta = -\frac{v}{\mu}$ ist, und dies dauert fort, bis $\sin . \delta = 1$ ist. Hier ist es nun, wo die genauere Bestimmung des Herrn la Place statt findet. Nämlich von $\sin . \delta = -\frac{v}{\mu}$ an bis zu $\sin . \delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$ wird der Strahl so zurückgeworfen, daß er über die Grundebene AC hinausgehe, und in die unter der Grundebene AC befindliche Materie eindringt; von $\sin . \delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$ an bis $\sin . \delta = 1$ aber wird der Lichtstrahl so zurückgeworfen, daß er gar nicht über die Grundebene AC hinauskommt, und die unter ihr befindliche Materie erreicht. Hiebey bemerket nun Herr la Place, daß man zwey Fälle wohl zu unterscheiden habe, nämlich einmal, wo der unter der Grundebene AC befindliche Körper ein durchsichtiger, und das andere mal, wo er ein undurchsichtiger Körper ist. Im erstern Falle nämlich hat man für die Grenze der Brechung und Zurückwerfung $\sin . \delta = \frac{v}{\mu}$, im andern Falle aber $\sin . \delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$, weil nämlich der undurchsichtige Körper von $\sin . \delta = \frac{v}{\mu}$ an bis zu $\sin . \delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$ das in ihn eindringende Licht verschluckt, also keine Zurückwerfung desselben statt finden kann.

Man nehme nun an, daß $\sin . \delta$ einen der beyden zuletzt angeführten Werth besitze, mithin die Zurückwerfung des Lichtes von der Grundebene AC erfolge, und daß LI der zurückgeworfene Strahl sey, welcher alsdann nach

Digitized by Google

HO wieder in die Luft gebrochen werde, so ist HLK = KLE = δ, und es ist leicht zu begreifen, daß bey der Voraussetzung des Winkels A = C = α, auch der Winkel LHI = FEL = γ, und GHO = NED = β seyn müsse.

Da in dem Vierecke FLCE die beyden Winkel FLC und FEC rechte Winkel sind, so werden auch die beyden übrigen Winkel EFL + BCA = EFL + EFK zweyen rechten Winkeln gleich seyn müssen; folglich ist BCA = EFK = α = FLE + FEL = $\gamma + \delta$, und $\gamma = \alpha - \delta$. Weil nun μ sin. γ = sin. β war, so erhält man die Gleichung μ sin. α . cos. $\delta - \mu$ cos. α . sin. δ = sin. β;

für den Fall aber, wenn die unter der Grundebene AC befindliche Materie durchsichtig ist, war sin. $\delta = \frac{v}{\mu}$, mithin μ sin. δ = v, und μ . cos. $\delta = \sqrt{(\mu^2 - v^2)}$, mithin verwandelt sich jene Gleichung in diese

$$\sin. \alpha \sqrt{(\mu^2 - v^2)} - v \cdot \cos. \alpha = \sin. \beta;$$

für den Fall hingegen, wo die unter der Grundebene AC befindliche Materie undurchsichtig ist, war sin. $\delta = \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2\mu}\right)}$, also μ sin. $\delta = \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}$, und μ cos. $\delta = \sqrt{\left(\frac{\mu^2 - v^2}{2}\right)}$, und jene Gleichung verändert sich in diese:

$$\sin. \alpha \sqrt{\left(\frac{\mu^2 - v^2}{2}\right)} - \cos. \alpha \cdot \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)} = \sin. \beta.$$

Aus der ersten Gleichung findet man den Werth von $v = -\cos. \alpha . \sin. \beta + \sin. \alpha \sqrt{(\mu^2 - \sin. \beta^2)}$; denn aus $\sin \alpha \sqrt{(\mu^2 - v^2)} - v \cdot \cos. \alpha = \sin \beta$ erhält man $\sin \alpha \sqrt{(\mu^2 - v^2} = \sin \beta + v \cdot \cos. \alpha$ und

$\sin. \alpha^2 (\mu^2 - v^2 = \sin. \beta^2 + 2 v \sin. \beta \cos. \alpha + v^2 \cos. \alpha^2$, oder

$\mu^2 \sin. \alpha^2 = \sin. \beta^2 + 2 . v . \sin. \beta . \cos. \alpha + v^2 (\cos. \alpha^2 + \sin. \alpha^2)$, wir

Digitized by Google

$\mu^2 \sin.\alpha^2 + \sin.\beta^2 = v^2 + 2v \sin.\beta \cos.\alpha$, weil $\cos.\alpha^2 + \sin.\alpha^2 = 1$ ist, mithin $v =$

$-\sin.\beta\cos.\alpha + \sqrt{4(\mu^2 \sin.\alpha^2 + \sin.\beta^2 + \sin.\beta^2.\cos.\alpha^2)}$

$= -\sin.\beta.\cos.\beta + \sqrt{[\mu^2 \sin.\alpha^2 - \sin.\beta^2(1-\cos.\alpha^2)]}$

$= -\sin.\beta.\cos.\alpha + \sqrt{[\sin.\alpha^2(\mu^2 - \sin.\beta^2)]}$

$= -\sin.\beta.\cos.\alpha + \sin.\alpha\sqrt{(\mu^2 + \sin.\beta^2)}$.

Eben so findet man aus der andern Gleichung

$$\sin.\alpha\sqrt{\left(\frac{\mu^2 - v^2}{2}\right)} - \cos.\alpha\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)} = \sin.\beta$$

den Werth von $v = \sqrt{(-\mu^2 - 2\sin.\beta^2)\cos.2\alpha + 2\sin.\beta\sin.2\alpha\sqrt{(\mu^2 - \sin.\beta^2)}}$.

Die negativen Werthe, welche diese unreinen quadratischen Gleichungen geben würden, sind hier gar nicht angezeigt, weil die Betrachtung des Entgegengesetzten bey den Werthen von v gänzlich wegfällt.

Alle diese Bestimmungen finden ihre Anwendungen sowohl bey dreyseitigen als auch bey vierseitigen Prismen, es müssen nur, wie angenommen worden, die beyden Seitenflächen gegen die Grundfläche unter dem gleichen Winkel α geneigt seyn. Weiß man nun, wie groß α und μ ist, und beobachtet alsdann β, so läßt sich der Werth von v nach einer der vorigen Gleichungen finden.

Um nun die verschiedenen Körper sowohl durchsichtige als undurchsichtige in Ansehung ihrer Brechungskräfte zu untersuchen, muß man sie in die nöthige Berührung mit der Grundfläche des Prisma in Berührung bringen. Dies kann bey liquiden oder schmelzbaren Körper sehr leicht geschehen; bey festen Körpern hingegen muß man irgend eine Flüssigkeit, oder einen durchsichtigen Kitt zwischen denselben und der Grundfläche des Prisma bringen. Wenn nun die Grundfläche des Prisma und die Oberfläche des darunter gebrachten Körpers recht glatt sind, so kann man eine solche dünne Schicht der Flüssigkeit oder des Kitts zwischen ihnen, als ein Prisma von einer sehr kleinen Höhe betrachtet werden, folglich wird auch die

Digitized by Google

die Ablenkung des Lichtes dadurch, daß es durch selbige hindurch geht, nicht merklich geändert; nur muß diese kleine zwischen liegende Schichte der Flüssigkeit oder des Kitts eine größere Brechungskraft besitzen, als derjenige Körper, dessen brechende Kraft untersuchet werden soll.

Schon mehrere Jahre vor la Place hat der Herr D. Wollaston *) auf diese Art die brechenden Kräfte der undurchsichtigen Körper untersuchet. Er hatte hiebey nur den Fehler begangen, daß er bey undurchsichtigen Körpern die brechenden Kräfte eben so, wie bey durchsichtigen bestimmte. Die Veranlassung zu dieser Untersuchung gab dem Herrn D. Wollaston der Vorschlag von Newton, in seinem bekannten Spiegeltelescope statt des kleinen Planspiegels ein Prisma zu gebrauchen, welches mit seiner Hinterfläche die von dem großen Spiegel herkommenden Strahlen zurückwerfe. Seine Methode ist einfach und schön, und verdient daher angeführt zu werden.

Zu einer ungefähren Vergleichung der brechenden Kräfte zweyer specifisch verschiedener Materien hält Wollaston das dreiseitige Prisma für hinreichend. Wenn man aber die brechenden Kräfte durch eine wirkliche Messung finden will, so zieht er ein vierseitiges rechtwinklichtes Prisma dem dreyseitigen vor. In diesem Falle werden auch die oben angeführten Formeln, welche den Werth von v ausdrucken, viel einfacher; denn nun ist der Winkel $\alpha = 90°$, und man findet für durchsichtige Körper

$$v = \sqrt{(\mu^2 - \sin.\beta^2)};$$

für undurchsichtige aber

$$v = \sqrt{(\mu^2 - 2\sin.\beta^2)}.$$

Wollaston hat ein sinnreiches, äußerst einfaches Instrument angegeben, wodurch der erste Werth von v ohne Rechnung gefunden werden kann.

*) Philosoph. Transact. for 1802. u. *Nicholson's* Journal Febr. 1803, und hieraus ausgezogen von P. Riffault in den Annales de chimie. To. XLVI. p. 36. sqq. frey übers. von Mollweide in Gilbert's Annalen. B. XXXI. S. 235. ff.

Digitized by Google

Um die Einrichtung dieses Instrumentes zu begreifen stelle die Fig. 26. ABCD einen senkrechten Durchschnitt des rechtwinklichten vierseitigen Prisma vor. Unter der Grundfläche AD befinde sich die Substanz, deren brechende Kraft untersuchet werden soll, welche aber nach der Voraussetzung geringer als die brechende Kraft der Glasart des Prisma seyn muß. Ferner sey lmbd der Weg eines in der Durchschnittsebene auffallenden Strahls aus der Luft in das Glas, und von da wieder zurück in die Luft, für die Grenze der Brechung und Zurückwerfung. In dem Dreyecke def, in welchem die eine Seite de in der Richtung des ausfahrenden Strahls, die andere df aber in die Verlängerung des Einfallsloths hd an d fällt, nehme man $ef : ed = \mu : 1 = \sin . \beta : \sin . \gamma$, so ist, wenn eg auf fd senkrecht herabgelassen wird, $eg : de = \sin . \beta : 1$, mithin $ef : fg = \mu : \sqrt{(\mu^2 - \sin . \beta^2)}$, und folglich $fg : de = \sqrt{(\mu^2 - \sin : \beta^2)} : 1$. Ferner ist $\sqrt{(2fg^2 - ef^2)} : ef = \sqrt{(\mu^2 - 2 \sin . \beta^2)} : \mu$, also auch $\sqrt{(2fg^2 - ef^2)} : de = \sqrt{(\mu^2 - 2 \sin . \beta^2)} : 1$. Es kommt demnach, um v nicht allein für durchsichtige, sondern auch für undurchsichtige Körper zu bestimmen, blos darauf an, die Linie fg messen zu können. Dies wird auf folgende Art bewerkstelliget.

Auf einer Tafel (Fig. 27.) ab ist ein glattes Brett befestiget, mit welchem vermittelst eines Gewindes bey d ein anderes de, welches 10 Zoll lang ist und an seinen Enden zwey Dioptern hat, verbunden ist. Bey e findet sich ein zweytes Gewinde, um ef, welches 15,83 Zoll lang ist, mit ed zu verbinden, bey f ist ein drittes, wodurch fe und fg verbunden werden. Auch bey i befindet sich ein Gewinde, wodurch der Halbmesser ig an die Mitte i von fe befestiget ist. Weil nun g im Halbkreise egf sich beweget, so wird die gerade Linie, welche die Punkte e und g verbindet, allemal auf fg senkrecht seyn.

Das Stück cd ist ausgehöhlt, damit solches, wenn irgend ein Körper unter die Mitte des Prisma P geleget wird, mit seinen Enden horizontal bleibe. Ist nun ed

Digitized by Google

in die Lage gebracht, daß von dem Farbensaume, welcher sich beym Aufhören der gänzlichen Zurückwerfung und im Anfange der Brechung zeigt, die gelben Strahlen durch die Diopter ins Auge kommen, so giebt das Ende g, vermittelst eines Verniers, welchen es führt, die Länge fg. In dem Falle, daß der in Untersuchung genommene Körper durchsichtig ist, ist fg selbst der Brechungssinus für die Brechung aus dem Körper in die Luft, wenn der Einfallssinus = de = 10 ist. Ist hingegen der unters Prisma gebrachte Körper undurchsichtig, so hat man noch $\sqrt{(2\,fg^2 - ef^2)} = \sqrt{(2\,fg^2 - 18{,}83^2)} = \sqrt{(2\,fg^2 - 250{,}5889)}$ zu berechnen, um den Sinus der Brechung aus dem Körper in die Luft für den Einfallssinus de zu haben.

Außer den Vorzügen, welche diese Methode des Herrn Wollaston, die brechenden Kräfte der verschiedenen Körper zu erforschen, gewähren, führt er besonders noch ein Paar Beyspiele an, wie die Erforschung der brechenden Kräfte dazu dienen können, sich von der Identität oder Nichtidentität zweyer Materien zu versichern. Das erste Beyspiel betrifft die Reinheit der wesentlichen Oehle. Das Brechungsverhältniß für reines Nelkenöhl ist wie 1,515 : 1. Wollaston schloß daher ganz richtig auf eine Verfälschung desselben durch ein weniger brechendes Oehl.

Das zweyte Beyspiel betrifft einen Körper, welcher von einer Insel des nördlichen stillen Meeres gebracht war. Dem äußern Ansehen nach und verschiedenen mit ihm angestellten Proben zufolge war er nichts weiter als weißes Wachs, ob man gleich glaubte, daß auf dieser Insel gar keine Bienen wären. Er wurde daher neben einem Stücke gelben Wachses unter ein Prisma gebracht, wo die völlige Gleichheit durch die gefundene gleiche Brechung in einem hohen Grade bestätiget ward.

Noch führt Wollaston einen Fall an, wo man mit dem gewöhnlichen Verfahren die brechenden Kräfte zu bestimmen, nicht ausreicht, wenn nämlich die zu unter-

Digitized by Google

suchende brechende Substanz nicht durchaus gleichförmig dicht ist. Durch die angeführte Methode aber lernt man alle Abstufungen der brechenden Kraft auf einmal kennen. Ein Beyspiel hievon giebt ein Stück arabischen Gummi's, welches auf einige Minuten befeuchtet ist. Bringt man es so unter das Prisma, so findet sich, daß das Brechungsverhältniß von demjenigen des Wassers nämlich wie 1,336 : 1 sich allmählig dem des arabischen Gummi's 1,51 : 1 nähert.

Herr Wollaston hat noch folgende Tafel der brechenden Kräfte beygefügt, welche er nach seiner Methode mittelst eines Prisma aus Flintglas bestimmt hat. Diejenigen Substanzen aber, deren Brechungskraft größer als die des Flintglases ist, sind nach einer andern Methode untersuchet, und vom Herrn Wollaston blos in dieser Absicht beygefüget worden, um ihre brechenden Kräfte unter einander zu vergleichen. Da aber Wollaston keinen Unterschied unter durchsichtigen und undurchsichtigen Körpern gemacht, und die Verschiedenheiten übersehen hat, welche hieraus in der Berechnung der brechenden Kräfte entstehen, so hat besonders der Herr Prof. Mollweide sich die Mühe gegeben, diese Lücke zu berichtigen, indem er bey denjenigen Körpern, welche undurchsichtig oder wenigstens nicht vollkommen durchsichtig sind, ihre brechenden Kräfte gehörig berechnet und in Zahlen beygefüget hat, welche ich besonders mit einem Sternchen (*) bezeichnet habe. Ueberdem hat Herr Mollweide noch die drey Columnen, welche die Ueberschrift haben, Brechende Kraft, Dichtigkeit, Specifisches Brechungsvermögen beygefüget.

Digitized by Google

Brechende Mittel	Exponent des Brechungsverhältnisses n oder μ	Brechende Kraft $= \mu^2 - 1$	Dichtigkeit nach Boissan $= d$	Specifisches Brechungsvermögen $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$
Diamant	2,439	4,9488	3,5212	1,4054
Reißbley	——	——	——	——
Gediegener Schwefel (verdoppelt)	2,040	3,1616	2,0332	1,5550
Glas aus 6 Theilen Mennige u. 1 Theil Sand.	1,987	——	——	——
Spiesglanzglas	1,980	2,9204	4,9464	0,5904
Zinkon	1,950	2,8025	4,4161	0,6346
Spinell	1,812	2,2833	3,7600	0,6073
Arsenik	1,811	2,2797	3,5942	0,6343
Salzsaur. Spiesglanz veränderlich	——	——	——	——
Weißer Saphir	1,768	2,1258	3,9911	0,5326
Drachenblut	——	——	——	——
Isländischer Krystall stärkste Brechung	1,657	1,7456	2,7151	0,6429
Schwefelsaurer Baryt (verdoppelt)	1,646	1,7093	4,4409	0,3849
Tolutanischer Balsam	1,600	1,5600	0,8966	1,7411
Guajekholz	1,596	1,5472	1,2289	1,2590
Benzoe	——	——	——	——
Flintglas	1,586	——	——	——
dasselbe	1,583	——	——	——
Horn	——	——	——	——
Phosphor	1,579 1,583*	1,4932 1,4806*	1,7700	0,8436 0,8365*
Glimmer	——	——	——	——
Opium	——	——	——	——
Bernstein	1,547	1,3932	1,0800	1,2900
Bergkryst. (verdopp.)	1,547	1,3932	2,6530	0,5251
Altes Tafelglas	1,545	——	——	——
Colophonium	1,543 1,502*	——	——	——
Buchsbaumholz	——	——	——	——
Gelbes Wachs	1,542 1,502*	1,3778 1,3496*	0,9648	1,4280 1,2952*
Sassafrasöhl	——	——	——	——
Roth Siegelwachs	——	——	——	——

Digitized by Google

Brechende Mittel	Exponente des Brechungsverhältnisses = n	Brechende Kraft $= \mu^2 - 1$	Dichtigkeit nach Boisson = d	Specifisches Brechungsvermögen $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$
Wallrath (kalt)	——	——	——	——
Zucker (geschmolzen)	——	——	——	——
Arsenikſaures Kali	——	——	——	——
Maſtix	——	——	——	——
Elemiharz	——	——	——	——
Weißes Wachs (kalt)	——	——	——	——
Nelkenöhl	1,535	1,3562	1,0363	1,3087
Capal	1,535	1,3562	1,0730	1,2640
Gummi animé	1,535 1,485*	1,3562 1,2066*	1,0360	1,3091 1,1646*
Radliffer Crowenglas	——	——	——	——
Pech	——	——	——	——
Mitte der Kryſtallinſe ein. Fiſchauges, der getrockn. Kryſtall eines Ochſenauges	1,539 1,463*	——	——	——
Canadiſcher Balſam	1,528	——	——	——
Crowenglas, gewöhnl.	1,525	1,3256	2,5200	0,5260
Selenit	1,525	1,3256	2,3114	0,5735
Cactusſchuo	1,524 1,463*	1,3226 1,1393*	0,9335	1,4168 1,2204*
Gummilac	——	——	——	——
Holländiſ. Tafelglas	1,517	——	——	——
Menſchl. Epidermis	——	——	——	——
Arabiſches Gummi	1,514	1,2922	1,4523	0,8898
Copaivabalſam	1,507	——	——	——
Bernſteinöhl	1,505	1,2659	0,9780	1,2935
Engliſches Tafelglas	1,594	1,2620	2,7600	0,4572
Franzöſiſ. Tafelglas	1,500	1,2500	2,6423	0,4731
Muſcatennußöhl	1,497	1,2419	0,9530	1,3022
Schwefelſaures Kali	1,495	1,2345	2,2980	0,5372
Talg (kalt)	1,490 1,391*	——	——	——
Iſländiſcher Kryſtall, ſchwächſte Brechung	1,488	1,2141	2,7151	0,4472
Kampher	1,487	1,2112	0,9887	1,2250
Leinöhl	1,485	1,2052	0,9403	1,2818
Butter (kalt)	1,480 1,369*	1,1904 0,8749*	0,9423	1,2633 0,9285*

Digitized by Google

Brechende Mittel	Exponent des Brechungsverhältnisses oder μ	Brechende Kraft $= \mu^2 - 1$	Dichtigkeit nach Poisson $= d$	Specifisches Brechungsvermögen $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$
Limonieneſſenz	1,476	——	——	——
Terpentinöhl, gewöhnl.	1,476	1,1768	0,8697	1,3551
Terpent. öhl, rectificirt.	1,470	——	——	——
Mandelöhl	——	——	——	——
Baumöhl	1,469	1,1580	0,9153	1,2651
Pfeffermünzöhl	1,468	1,1550	0,9518	1,2135
Lavendelöhl	1,467	1,1521	0,8938	1,2890
Talg (geſchmolzen)	1,460	1,1316	0,9419	1,2014
Alaun	1,457	1,1228	0,7260	0,6506
Wallrath (geſchmolzen)	1,446	1,0999	0,9453	1,1565
Kryſtallinſe e. Ochſ. v.	1,447			
bis	1,380	——	——	——
im Durchſchnitt	1,430	——	——	——
Schwefelſäure	1,435	1,0592	1,8409	0,5754
Flußſpath	1,433	1,0535	3,1796	0,3313
Salpeterſäure	1,410	0,9881	1,4800	0,6676
Alcohol	1,370	0,8769	0,8251	1,0628
Eyweiß	1,360	0,8496	1,0000	0,7794
Schwefeläther	1,358	1,8442	0,7396	1,1414
Glasfeuchtigkeit eines				
Auges	1,336	——	——	——
Waſſer	1,336	0,7849	1,0000	0,7849
Atmoſphäriſche Luft (nach Hawksbek)	1,00032	——	——	——

Die Vorausſetzung, daß das Licht durch eine Anziehung in unmerklich kleinen Entfernungen von ſeiner Richtung, wenn es in ein anderes Mittel übergehet, abgelenket werde, hatte Herrn la Place auf den Gedanken gebracht, daß das Licht beym Uebergange deſſelben aus einem Mittel in das andere wohl gar mit demſelben in einer chemiſchen Verwandtſchaft ſtehe. Durch dieſe Idee veranlaßt hatten es die Herren Biot und Arago unternommen, durch Verſuche zu erforſchen, wie die Ablenkung, welche

a) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 345. ff. B. XXVI. S. 56. ff.

das Licht durch verschiedene Gasarten erleidet, mit der chemischen Natur dieser Gasarten zusammenhange. Sie bedienten sich hierzu der Werkzeuge, die der berühmte Borda gebraucht hatte, um ebenfalls über das Brechungsvermögen der verschiedenen Gasarten Versuche anzustellen, welche man aber nach seinem Tode nicht vorgefunden hat. Das Prisma bestand aus einer ziemlich dicken messingenen Röhre, welche an beyden Enden schief abgeschnitten war und zwar nach Richtungen, die sich durchkreuzen. An diesen Enden waren zwey ebene Glasplatten luftdicht aufgekittet, welche mit einander einen Winkel von 143° 7′ 28″ nach der Sexagesimaltheilung machten. Die Röhre hatte eine senkrecht stehende Axe, welche mit einem Hahne versehen war, und ließ sich vermittelst derselben sowohl in der Horizontalebene drehen, als auch auf eine Luftpumpe bringen, um die Luft aus dem Innern derselben herauszupumpen. Eine Barometerprobe, welche auf der Röhre, im freyen Zusammenhange mit ihrem Innern stand, zeigte den Grad der Luftverdünnung an; dieser blieb jede beliebige Zeit über unverändert.

Der Winkel, um welchen dies Prisma, nachdem es vorher luftleer gemacht war, einen Lichtstrahl von seinem Wege ablenkte, wurde mit Hülfe eines Borda'schen Vervielfältigungskreises, den der Mechanikus le Noir verfertiget hatte, aufs genaueste gemessen. Die ganze Ablenkung des Lichtstrahls im Prisma betrug 362″, 6.

Nach den angeführten von Newton angenommenen Voraussetzungen berechneten die Herren Biot und Arago nach den daraus entwickelten Formeln das Brechungsvermögen der verschiedenen Gasarten. Sie fanden, daß von allen Gasarten, ja selbst von allen bis jetzt beobachteten Körpern in der Natur, der Sauerstoff das kleinste, der Wasserstoff dagegen das größte Brechungsvermögen besitzet. Das Brechungsvermögen des Wasserstoffs ist 6½ Mal größer als das der atmosphärischen Luft. Herr Biot hat das absolute Brechungsvermögen der Gasarten

Digitized by Google

auf den Normalzustand für 0° Wärme und 0m,76 Druck reducirt, und bey dieser Rechnung das von Gay-Lussac entdeckte Gesetz, daß nämlich alle Gasarten durch gleiche Zunahme von Wärme gleich stark ausgedehnt werden, und zwar für jeden Grad der hundertheiligen Thermometerskale um 0,00375 ihres Volumens, zum Grunde gelegt.

Hiernächst stellt Herr Biot die Beobachtungen und die von ihm berechneten Resultate in vier Tabellen zusammen, wovon die erste sich auf das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft in ihrem Normalstande bezieht; die zweyte auf das Brechungsvermögen der Luft von verschiedener Dichtigkeit; die dritte auf das Brechungsvermögen der Gasarten im Normalzustande und in verschiedenen Dichtigkeiten; die vierte endlich giebt die mittleren Resultate aus allen Beobachtungen und Berechnungen sowohl über das Brechungsvermögen, als auch über die specifischen Gewichte der verschiedenen Gasarten an.

Vorzüglich war es den Herren Biot und Arago darum zu thun, das Gesetz aufzufinden, wie sich bey der atmosphärischen Luft das Brechungsvermögen mit ihrer Dichtigkeit verändert; denn davon hängt, nach ihrer Meinung, die Ablenkung ab, welche jeder Lichtstrahl, der in unser Auge kommt, mehr oder weniger von der geradlinigten Bahn erleidet. Die atmosphärische Luft ließ sich im Innern des Prisma bey unveränderter Natur in ihrer Dichtigkeit nach Belieben verändern, die Barometerprobe zeigte den Zustand derselben auf das genaueste, und eben so ließ sich jedes Gas, womit das Prisma gefüllt wurde, in jedem beliebigen Grade der Verdünnung darin verschließen. Eine große Reihe von Beobachtungen, welche mit atmosphärischer Luft von sehr verschiedenen Graden der Dichtigkeit, und alsdann auch mit Gasarten von verschiedenen Dichtigkeiten angestellt wurden, und bey deren jeder man auf den Stand des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers sah, gab für die Theorie der Strahlenbrechung die so wichtige Uebereinstimmung,

Digitized by Google

daß in jeder Luftart, vom vollkommenen Vacuo an, durch alle Grade von Dichtigkeit hindurch bis zu der, welche dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre entspricht, die brechende Kraft stets der Dichtigkeit proportional ist und daß dieses Gesetz nicht der kleinsten Abänderung bedarf. Ja es wurde die Luft in dem Prisma bis zu einem Drucke von 0me,80 verdichtet (die größte Verdichtung, welche das Prisma zuließ), und zugleich bey hoher Temperatur beobachtet, und es wurde nicht die geringste Abweichung von diesem Gesetze bemerkt. Ob nun gleich die Versuche mit dem Prisma sich nicht weiter führen ließen, so zweifelten doch Biot und Arago bey der vollkommenen Uebereinstimmung aller ihrer Resultate gar nicht daran, daß dieses Gesetz nicht noch viel weiter gelte.

Was die Feuchtigkeit der Luft betrifft, so hat es ihnen nicht geschienen, als habe der Stand des Hygrometers irgend einen wahrnehmbaren Einfluß auf die brechende Kraft der Luft, zum wenigsten nicht in den Temperaturen, in welchen sie Beobachtungen angestellet hatten. Ich füge nun noch die vierte Tabelle bey, welche die mittleren Werthe aus allen Beobachtungen über das specifische Gewicht und das Brechungsvermögen für 0° Wärme und 0^{m},76 Druck angiebt.

	Dichtigkeit	Brechungsvermögen bey 0° Wärme und 0^{m},76 Druck	
		absolutes	specifisches
Atmosphärische Luft	1,00000	0,0005891712	1,00000
Sauerstoffgas	1,10359	0,0005602o4	0,86161
Stickgas	0,96913	0,0005904o6	1,03408
Wasserstoffgas	0,07321	0,0002853115	6,61436
Ammoniakgas	0,59669	0,0007623o9	2,16851
Kohlensaures Gas	1,51961	0,0008995173	1,00476
Kohlenst. Wasserstoffgas	0,57072	0,0007036o9	2,09270
— kohl. st. reicheres	0,58825	0,0006309oo	1,81860

Digitized by Google

Nach Aufstellung dieser physikalischen Resultate ziehen die Herren Biot und Arago noch einige Bemerkungen, welche auf die Chemie Beziehungen haben. Zuerst führen sie an, daß schon Newton sehr glücklich aus dem großen specifischen Brechungsvermögen des Wassers und des Diamanten geschlossen habe, diese beyden Körper möchten etwas Brennbares in sich enthalten, und die neuere Chemie habe dargethan, daß er sich darin nicht geirrt habe. Da nun die Körper nur in unmerklich kleinen Entfernungen auf das Licht merklich wirken, so hange die Stärke der Wirkungen nothwendig von der Natur und Zusammenordnung der kleinsten Theilchen, mithin von den wesentlichen Eigenschaften der Körper ab; und der Physiker, welcher ihr Brechungsvermögen beobachte und vergleiche, verfahre auf eine ganz ähnliche Art, als der Chemiker, wenn er ein Alkali der Einwirkung aller Säuren aussetze, um die verhältnißmäßige Kraft derselben und ihren Sättigungsgrad zu bestimmen. In den angeführten Versuchen sey das Licht derjenige Körper, welcher der Einwirkung aller andern Körper ausgesetzet werde, und wir schätzten ihre Wirkung nach ihrem Brechungsvermögen, diese nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Wirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrucken bestrebt sey. Die bewundernswürdige Stärke der Kraft, welche die Körper auf das Licht äußerten, gebe diesem Verfahren selbst einen ganz eigenthümlichen Vorzug. Einige Körper wirkten mit einer solchen Intensität auf das Licht, daß sie den Lichttheilchen in einem unendlich kleinen Zeittheilchen das Doppelte der Geschwindigkeit eindruckten, welche sie zuvor im Raume hatten. Nehme man die Geschwindigkeit, mit der das Licht sich durch den leeren Raum bewege, zur Einheit, so finde sich die modificirte Geschwindigkeit, mit der das Licht durch den durchsichtigen Körper hindurchgehe, aus dem Verhältnisse des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels. Im Diamanten übersteige der erstere den letzteren um das Doppelte; in ihm werde also die Geschwindigkeit

Digitized by Google

des Lichtes mehr als doppelt so groß. Und diese Beschleunigung erhalte das Licht, und verliere sie wieder in einem unendlich kleinen, untheilbaren Zeittheilchen; denn die Wirkung, auf welcher die Brechung beruhe, gehe blos nahe an der Oberfläche des Körpers vor, in einer Schicht desselben, deren Dicke nicht mehr angeblich sey. Sobald das Licht in dem Körper tiefer eingedrungen sey, heben sich die Anziehungen gegen einander auf, welche die dünne Schicht vor dem Strahle, und die Schichte, durch die er so eben gegangen sey, auf das Licht ausübten, und dieses bewege sich daher gleichförmig durch den Körper hindurch. Erst beym Austritt aus dem Körper werde die Geschwindigkeit des Lichtes wieder geändert. Die verschiedene Beschleunigung des Lichtes durch die Körper, welche sich in ihrem verschiedenen Brechungsvermögen äußere, gebe uns daher eine äußerst ausgedehnte Stufenleiter, auf welche alle Körper sich in großen Zwischenräumen an einander reihen ließen: und sie könne uns theils dazu dienen, die Körper ihrer Natur nach von einander zu unterscheiden und zu charakterisiren; theils sie auszuspüren, und ihre Gegenwart in den chemischen Verbindungen zu erkennen.

Nachdem die so mächtige Wirkung des Lichtes auf den Wasserstoff die Versuche geleitet hätten, so müsse man schließen, daß es die Anwesenheit dieses Stoffes im Wasser, in dem Gummi, in den Oehlen und in andern verbrennlichen Körpern sey, von der das große Brechungsvermögen dieser Körper abhange. In der That finde sich diese mächtige Einwirkung des Wasserstoffs in dem Ammoniakgas wieder, dessen eigenthümliches Brechungsvermögen mehr als doppelt so groß sey, als das der atmosphärischen Luft.

Ueberhaupt bemerket Herr Biot, daß sehr wahrscheinlich das Brechungsvermögen der Körper auf die Erforschung ihrer Bestandtheile einen großen Einfluß habe, und sucht dies durch einige Beyspiele zu beweisen. Bey der Vergleichung der Brechungsvermögen des Kohlenstoffs und des Diamanten schließt er, daß der Dia-

Digitized by Google

mant nicht ganz reiner Kohlenstoff seyn könne; daß er gleichfalls Wasserstoff, und zwar wenigstens 25 Theile in 100 Theilen enthalten müsse.

Noch neuere Versuche über das Brechungsvermögen der flüssigen und festen Körper hat Herr Brewster *) in England angestellet. Hiezu wurde er vorzüglich dadurch veranlaßt, daß er ein Fernrohr zu Stande zu bringen suchte, mit welchem man Gegenstände am Boden des Meeres, oder welche unter einer andern flüssigen Materie liegen, deutlich und vergrößert sehen könne. Die Vorrichtung, welche Herr Brewster zu diesen seinen Versuchen gebrauchte, bildet die Fig. 28. ab. MN stellte das Ende eines zusammengesetzten Mikroskops vor, an welches die Objektivlinse angeschroben wird. Hier befindet sich ein dünnes befestigtes Planglas a mit parallelen Flächen senkrecht auf der Axe mk, und vor demselben läßt sich auf das Stück MN die kleine messingene Röhre ABCD, an deren Ende eine biconvexe Linse b von gleichen Halbmessern befestigt ist, so anschrauben, daß ihre Axe mit der des Mikroskops zusammenfällt, und daß man ihre Hinterfläche mit dem Planglase a in Berührung bringen, oder in beliebigen kleinen Entfernungen von ihr feststellen kann. Unmittelbar hinter der Linse b sind in den Wänden des Rohrs ABCD zwey Löcher, durch welche sich eine Flüssigkeit oder ein kleines Stückchen eines festen Körpers in den Raum zwischen der Linse b und dem Planglase a hineinbringen läßt. Eine Flüssigkeit füllt diesen Raum in Gestalt einer plan-concaven Linse aus, deren Dicke sich bis zu jeder angeblichen Größe vermindern läßt, wenn man die Schraube anzieht. Weiche unvollkommen durchsichtige Körper werden, wenn die Schraube scharf gedrehet wird, durch die Kraft derselben ebenfalls in eine plan-concave Linse gebracht, die in ihrer Mitte so dünn wird, daß sie daselbst vollkommen durchsichtig wird.

*) Treatise on new philoso. Instrume. for various purposes in the arts and sc. with exp. on light and colours. Edinb. 1813. B. 4. X. 2. in Gilbert's Annalen. B. L. S. 21. ff.

Digitized by Google

Die so gebildete plänconcave Linse vergrößert durch ihre Brechung die Brennweite der convexen Linse b, und macht, daß das Bild eines in m befindlichen Gegenstandes, das zuvor in P entstanden war, jetzt dem Okularglase OR näher liegt. Nun aber sind alle drey Linsen OR, LL und b, so befestigt, daß ihr Abstand von einander sich nicht verändern läßt; folglich muß der Gegenstand aus m weiter von der Objektivlinse abgerückt werden, nach n zu, um ein deutliches Bild in R, dem Brennpunkte des Okulars P, zu machen, und zwar desto weiter ab, je größer das Brechungsvermögen des flüssigen oder weichen Körpers ist, den man zwischen a und b gebracht hat. Werden folglich die Entfernungen bm und bn mit Genauigkeit gemessen, so geben sie den relativen, und durch eine einfache Rechnung den absoluten Werth des Brechungsvermögens des eingeschlossenen Körpers.

Bey den Versuchen dienten Herrn Brewster als Gegenstand, den er durchs Mikroskop betrachtete, einige kleine Kritzel an der Oberfläche einer Glasplatte, und er maß die Entfernungen bm, bn mit einem verkehrten Tasterzirkel auf einem genauen Maaßstabe. Die Linsen wurden in einer unveränderten Entfernung erhalten, der planconcaven Linse gab er in der Mitte so genau als möglich immer einerley Stärke, und sahe genau darauf, die Bilder zu beobachten, welche durch Strahlen von mittlerer Brechbarkeit hervorgebracht wurden. Um hiebey allen Irrthum zu vermeiden, welcher durch Veränderung der Brennweite hätte entstehen können, wurde im Augenblicke des deutlichen Sehens ein feines Goldfädchen quer durch die Blendung in dem vordern Brennpunkte des Okulars gespannt. Dadurch wurden alle Resultate bey einerley Brennweite des Auges erhalten. Herr Brewster hat auf diese Art eine sehr große Reihe von Versuchen über das Brechungsvermögen flüssiger und weicher Körper angestellt, bey welchen er blos die Entfernungen bm, bn, u. s. f., oder die Abstände der verschiedenen brechenden Materien von der Objektivlinse des Mikroskops in Zahlen

Digitized by Google

angegeben hat. Folgende Tafel giebt einen kurzen Auszug von den Resultaten seiner Versuche. Es zeigt nämlich nach Brewster das Brechungsvermögen folgender brechender Materien nachfolgende Unterschiede:

	englische Zolle
Luft	1,000
Wasser	1,345
Aether	1,400
Alkohol	1,404
Salzsäure	1,431
Salpetersäure	1,456
Schwefelsäure	1,517
Mohnöhl	1,584
Terpentinöhl	1,588
Mairanöhl	1,596
Nußöhl	1,600
Angelika-Oehl	1,600
Vogelleim	1,630
Pimentöhl	1,637
Kopaivabalsam	1,646
Sassafras-Oehl	1,663
Zucker, nach dem Schmelzen	1,704
Harz	1,720
Pech	1,806
Zimmtöhl	1,817
Peruvianischer Balsam	1,826
Tolutanischer Balsam	1,871
Bibergeil	1,900
Cassiaöhl	1,911
Schwefel	4,337
Phosphor	7,094

Herr Brewster glaubt aus seinen Versuchen folgern zu dürfen, daß sich die brechenden Kräfte der einfachen verbrennlichen Körper wie ihre Brennbarkeit verhalten.

Um das Brechungsvermögen der harten festen Körper zu bestimmen, hatte man bisher keine andere Methode, als sie in ein Prisma zu verwandeln, welches wenigstens

Digitized by Google

zwey vollkommen ebene und gut polirte Flächen haben muß, damit man den Winkel dieser Seitenflächen messen, und die Ablenkung beobachten könne, welche ein Lichtstrahl beym Hindurchgehen durch die beyden Flächen von seinem anfänglichen Wege erleidet. Dieses Verfahren ist aber mühsam und kostbar, und daher wenig ausgeübet worden. Herr Brewster suchte daher eine einfache und genaue Methode, das Brechungsvermögen harter fester Körper zu bestimmen, welche selbst bey Oberflächen anwendbar ist, welche so unregelmäßig sind, daß man keinen Gegenstand durch sie hindurchsehen kann. Er brachte zwischen der Objektivlinse b und dem Planglase a eine flüssige Materie, welche dem zu beobachtenden festen Körper an Brechungsvermögen am nächsten kam; nachdem sich nun eine plankoncave Linse von der Flüssigkeit gebildet hatte, und die Entfernung bn des Objektes, bey welcher es deutlich im Mikroskope erschien, gemessen war, so brachte er ein kleines Stückchen von dem festen Körper in die kleine flüssige Hohllinse, so daß die Lichtstrahlen, welche von dem Objekte kamen, durch dasselbe hindurch gehen mußten, und sah nun, ob das Objekt, wenn es im Mikroskope vollkommen scharf und deutlich erschien, dieselbe Entfernung bn, als zuvor hatte. War das nicht der Fall, so veränderte er die Mengung der Flüssigkeit, bis sie, dieser Prüfung zu Folge, genau einerley Brechungsvermögen mit dem festen Körper zeigte. Und dann gab die Entfernung bn zugleich das Maaß des Brechungsvermögens der Flüssigkeit und des festen Körpers.

Unter allen Flüssigkeiten fand er zu diesen Versuchen am genügendsten sich eignend Cassia-Oehl und Baumöhl; das Maaß ihres Brechungsvermögens war 5,077 und 3,113, und durch Mischungen beyder ließen sich die Brechungsvermögen aller fester Körper, welche zwischen diesen Grenzen fielen, bestimmen. Herr Brewster hat auf diese Art die brechenden Kräfte mehrerer festen Körper beobachtet, die Resultate davon aber bis jetzt nicht mitgetheilet.

Digitized by Google

Uebrigens hat er noch einen sehr wichtigen Beytrag über das Zerstreuungsvermögen der durchsichtigen Körper gemacht, wovon das Wesentlichste unter dem Artikel, Farbenzerstreuung, nachzulesen ist. Bey dieser Gelegenheit hat er auch eine große Reihe von Versuchen über das Brechungsverhältniß mehrerer materiellen Substanzen angestellt, und sie in eine Tafel gebracht. Sehr unerwartet entdeckte er einige Körper, welche ein größeres Brechungsverhältniß als der Diamant besitzen; er fand nämlich, daß Realgar, eine Verbindung von Arsenik mit Schwefel, und chromsaures Bley, aber der erste sämmtliche Bleysalze, auf das Licht noch stärker wirken, als der Diamant: denn der Exponent des Brechungsverhältnisses ist für den Diamant 2,44, für das chromiumsaure Bley 2,50 und für den Realgar 2,50. Es lassen sich daher diese drey Körper an die Spitze der Körper stellen, welche eine besondere Wirkung auf das Licht ausüben. Das chromiumsaure Bley besonders hatte nicht allein die größte brechende Kraft, sondern besitzt auch nach Herrn Brewster die größte doppelte Strahlenbrechung, und die größte zerstreuende Kraft unter allen bis jetzt untersuchten Körpern. Da Herr Brewster das Brechungsvermögen mehrerer Körper untersuchet hat, die bisher in dieser Hinsicht noch nicht sind beobachtet worden; so füge ich hier einen Auszug aus Brewster's mitgetheilter Tafel bey:

Brechungsvermögen mehrerer fester und flüssiger Körper, aus welchen Prismen waren gebildet worden.

	Exponent des Brechungsverhältnisses
Chromiumsaures Bley, der am stärksten gebrochene Strahlenbündel	2,974
— — — in einem andern Stück	2,920
Realgar	2,549
Chromiumsaures Bley, der am schwächsten gebrochene Strahlenbündel	2,518
— — — in einem andern Stück	2,479
Diamant, braun gefärbter	2,487

Digitized by Google

		Exponent des Brechungsverhältnisses
Diamant, ein anderer		2,476
— — nach Newton		2,439
Phosphor		2,229
Spiesglanzglas		2,216
Kohlensaures Bley, verdoppelt	stärkste Brechung	2,084
	schwächere Brechung	1,813
Zirkon, verdoppelt	stärkste Brechung	2,015
	schwächere Brechung	1,961
Schwefelsaures Bley		1,925
Granat		1,815
Saphir (blauer)		1,794
Pyrop		1,793
Zirkon (orangefarbner)		1,782
Rubellis		1,779
Rubin-Spinell		1,761
Chrysoberill		1,760
Kalkstein		1,750
Apinit		1,735
Dunkelroth gefärbtes Gas		1,722
Epidot, verdoppelt	stärkere Brechung	1,705
	schwächere Brechung	1,661
Bvracit		1,701
Kohlensaurer Strontian, verdoppelt	stärkere Brechung	1,700
	schwächere Brechung	1,543
Orangefarbenes Glas		1,695
Chrysolit, verdoppelt	stärkere Brechung	1,685
	schwächere Brechung	1,668
Turmalin		1,669
Kalkspath, verdoppelt	stärkere Brechung	1,665
	schwächere Brechung	1,519
Schwefelsauer Baryt, verdoppelt, stärk. Brech.		1,654
Spargelstein		1,653
Topas (rother)		1,652
Hyacinthrothes Glas		1,647
Schwefelsauer Strontian		1,644

Digitized by Google

	Exponent des Brechungsverhältnisses
Cassiaöhl	1,642
Topas (gelber)	1,638
Opalartiges gefärbtes Glas	1,635
Beryll	1,598
Schildpatt	1,591
Smaragd	1,585
Weinsteinsäure, verdoppelt { stärkere Brechung	1,575
Weinsteinsäure, verdoppelt { schwächere Brechung	1,518
Steinsalz	1,557
Schwefelsaures Kupfer, verdoppelt { stärkere Brechung	1,552
Schwefelsaures Kupfer, verdoppelt { schwächere Brechung	1,531
Phosphorsäure, feste	1,544
Boucit	1,527
Citronensäure	1,527
Schwefelbalsam	1,497
Schwefelsaures Eisen	1,494
Isopöhl	1,487
Kajaputöhl	1,483
Mandelöhl	1,482
Sadebaumöhl	1,482
Flöhkrautöhl	1,481
Citronenöhl	1,481
Krausenminzenöhl	1,481
Thymianöhl	1,477
Dilöhl	1,477
Terpentinöhl	1,475
Rübsenöhl	1,475
Borax	1,475
Sandarach	1,473
Ziegelöhl	1,471
Olivenöhl	1,470
Rosmarinöhl	1,469
Mohnöhl	1,463
Lavendelöhl	1,457
Kamillenöhl	1,457

Digitized by Google

	Exponent des Brechungsverhältnisses
Buchsbaumöhl	1,453
Hydro-Phosphorsäure	1,442
Schwefelsäure	1,440
Flußspath	1,436
Rautenöhl	1,433
Salpetersäure	1,406
Salzsäure	1,376
Ambraöhl	1,368
Eyweiß	1,361
Kryolith	1,344
Salzwasser	1,343

Brennspiegel (Zus. zu S. 471. Th. I.). Da die Frage, ob Archimedes wirklich den im Artikel angeführten ernsthaften Gebrauch von den Brennspiegeln gemacht habe? bisher sehr zweifelhaft war, so ward im Jahre 1812 die holländische Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem dadurch veranlaßt, darüber eine Preisaufgabe aufzustellen, welche nach dem Urtheile derselben vom Herrn van Campelle mustekhaft aufgelöset, und mithin gekrönet ward *). Dem Herrn von Campelle war es darum zu thun, diesen streitigen Gegenstand durch kritische Entwickelungen desjenigen, was bereits ausgemittelt war, aufzuhellen. Er untersuchte daher folgende drey Hauptpunkte: 1. ob die Handlung des Archimedes an sich selbst betrachtet, möglich sey: 2. ob sie möglich gewesen sey in Rücksicht auf die optischen Kenntnisse der Alten, und 3. ob sie geschichtlichen Glauben verdiene. Seine Resultate, welche Herr van Campellé aus den gehörigen Quellen hervorgesuchet hat, waren mit hinreichender Gewißheit folgende:

1. Es ist unmöglich, durch einen Hohlspiegel in bedeutender Entfernung Entzündung hervorzubringen.

2. Es kann dies aber geschehen durch eine Zusammenstellung von ebenen Spiegeln.

*) Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandischen Maatschapy der Wetenschappen te Haarlem. VII. Deel. 2 Stuck. 1814.

Digitized by Google

4. Archimedes hatte hinreichende Kenntnisse in den optischen Wissenschaften, um dies auszuführen.

4. Die Römische Flotte war bey der Belagerung von Syrakus durch Marcellus der Stadt nahe genug, um Archimed in den Stand zu setzen, diese Wirkung der Kunst an ihr zu versuchen.

Folgendes läßt sich mit einer Wahrscheinlichkeit annehmen, welche an geschichtliche Gewißheit grenzt:

1. Daß Archimed wirklich den Versuch an der Römischen Flotte gemacht habe;

2. daß er aber doch dem Feinde dadurch wenig Schaden zugefüget habe;

3. daß er sich zu diesem Zwecke metallener Spiegel habe bedienen müssen.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. LIII. S. 242. ff.

C

Cadmium s. **Kadmium.**

Calcium s. **Kalcium.**

Calibrir-Instrument (N. A.). Da sowohl die Physiker als auch Chemiker sehr häufig genau eingetheilte Röhren, theils als eigenthümliche Werkzeuge, theils als Theile anderer Instrumente zu Handen haben müssen, und die Eintheilung des Raums einer Röhre in gleiche Theile mit gewissen Beschwerlichkeiten und einem beträchtlichen Aufwande der Zeit verbunden ist, so erdachte Hr. Parrot *) eine Vorrichtung unter dem Namen eines Calibrir-Instrumentes, womit man eine gleiche Portion Quecksilber, so oft man will, mit der größten Genauigkeit wiederholt abtheilen kann, jedoch in einer mehr als zehnmal kleinern Zeit als mittelst der Wage.

In der Fig. 29. ist bbbb der Durchschnitt einer gläsernen Röhre, welche in ihrer ganzen Länge gleiche Weite hat, und oben sehr eben und fein matt abgeschliffen ist.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLI. S. 62. ff.

Digitized by Google

Ein solches kurzes Stück läßt sich aus einem mäßigen Vorrath von Barometerröhren sehr leicht finden. An dieser Röhre wird der eiserne Ring, dessen Durchschnitt dd ist, angekittet. Dieser Ring dienet dazu, die Röhre im übrigen Gestelle mittelst der Stellschrauben pp zu befestigen, ohne Gefahr für die Röhre, weswegen der Ring an zwey entgegengesetzten Punkten eine kleine, in der Zeichnung angedeutete Vertiefung hat.

aa ist der Durchschnitt eines andern Ringes, welcher zum Gestelle gehöret, und in welchen der Ring dd paßt. ee ist der zweyte eiserne Ring des Gestelles völlig von der Größe des Ringes aa. In diesem Ringe ee ist ein Kork eingekittet und ausgebohret, so daß die Glasröhre darin genau paßt. kl, kl sind zwey eiserne Stangen, welche an den Ringen aa und ee und an der eisernen Scheibe ll fest gelöthet sind. An dieser Scheibe ll sind die drei ausgebogenen eisernen Füße mm, nn, oo angelöthet, auf welchen das ganze Instrument ruhet.

Auf solche Art kann die Glasröhre von oben herein in das Gestell versenkt, und durch die Stellschrauben pp unwandelbar befestiget werden. Die Scheibe ll ist genau in ihrer Mitte und in der Axe der Röhre, zu einer feinen Schraubenmutter durchgebohrt, welche die Schraube hh empfängt. Der Kopf qq dieser Schraube dient zu ihrer Umdrehung. Sie trägt auf ihrem obern Ende eine eiserne Platte, in welcher sie so eingelassen ist, daß sie sich in derselben frey drehen kann, ohne sie zu verlassen. Diese Platte ist etwas kleiner als der innere Querschnitt der Röhre, und auf derselben ist ein Cylinder f von weichem durchaus gleich dichten, nicht löcherichtem und oben sehr rein abgeschnittenem Korke fest aufgekittet, der Beweglichkeit der Schraube unbeschadet. Dieses Korkstück paßt mit etwas Gewalt in der Röhre, so daß es deren Raum sehr genau ausfüllt. Sonach ist f eine Art Stempel, welcher mittelst der Schraube an jedem beliebigen Ort der Röhre mit der größten Genauigkeit gestellt und erhalten

Digitized by Google

werden kann. Endlich ist ss eine gläserne Platte, welche an einer Seite sehr eben, aber fein matt geschliffen ist.

Der Gebrauch dieses Instrumentes ist folgender: Man füllt zuerst die ganze zu calibrirende Röhre mit Quecksilber, wägt diese Quecksilbermasse, und dividiret deren Gewicht durch die Zahl der Theile der Röhre, wodurch man erfährt, wie viel Gewicht die Portion Quecksilber hat, die man für jede Abtheilung in die zu calibrirende Röhre eingießen soll. Das Instrument soll nun diese Portion wiederholend anstatt der Wage geben.

Man fülle diese einmal abgewogene Portion Quecksilber in die Röhre, nachdem man den Stempel so weit zurückgeschrauber hat, daß man nach dem Augenmaaße beurtheilet, daß sie sicher hineingehen wird. Nun setzt man die Platte ss mit der matt geschliffenen Seite auf bb, und hält sie fest darauf, während man den Stempel f langsam herauf schraubt, bis das Quecksilber ganz flach an die Platte anleget, und die Röhre vollkommen ausfüllt, ohne herauszuspritzen. Dann nimmt man die Platte ab, und legt sie noch einmal auf, um sich zu versichern, ob das Anlegen und Aufdrücken die vollkommene Ausfüllung der Röhre wieder bewirkt. So hat man denn also den Raum, den die Portion abgewogenen Quecksilbers einnimmt, am Instrumente genau bestimmt. Zweifelt man an der Genauigkeit dieser Operation, so fülle man eine neue ungewogene Portion Quecksilber in das Instrument, so daß es über bb stehe, und setze die Glasplatte ss auf, und wäge dann diese abgetheilte Portion; so wird sich der etwanige Fehler zeigen und sich verbessern lassen.

Ist nun die Stellung des Stempels genau bestimmt, so lassen sich auf diese Art die Quecksilberportionen leicht und sicher abmessen. Allein die Füllung der Röhre bbbb muß mit Vorsicht geschehen, damit keine Luft sich in diesem Raum sperre. Dies geschieht ganz einfach dadurch, daß man einen länglichen papiernen Trichter dazu braucht, den man bis an den Kork f versenken kann. Indem die

Digitized by Google

Röhre bbbb sich fällt, zieht man den Trichter langsam herauf. Vor dem Eingießen der Queckſilberportionen in die zu graduirende Röhre müſſen die Queckſilberkügelchen, welche ſich äußerlich an die Glasröhre und auf den Ringen dd, aa anhängen, mit einer Feder weggewiſcht werden, damit ſie nicht in die zu graduirende Röhre mit einfallen. Die Theilung der Röhre in eine beliebige Zahl gleicher Theile läßt ſich alsdann ſehr leicht bewerkſtelligen.

Hiebey kommt es aber noch auf die Wirkung der Haarröhrchenkraft an, welche ſich beym Queckſilber durch eine convexe kugelähnliche Fläche und beym Waſſer durch eine Höhlung an den Oberflächen äußert. Für beydes muß die Sache ſo eingerichtet werden, daß bey der Beobachtung das Ende der flüſſigen Säule an der Baſis des Queckſilberſphäroids, oder am unterſten Punkte des Waſſermeniscus genommen werden könne. Die Kenntniß des körperlichen Inhaltes des Queckſilberſphäroids und des Waſſermeniscus geſtattet folgende leichte Correction bey der Calibrirung für alle vorkommende Fälle.

Erſter Fall. Wenn die Röhre in derſelben Stellung, als ſie calibriret worden, gebraucht werden ſoll.

1. mit Queckſilber. Es ſey (Fig. 30.) aa die Baſis des Sphäroids beym Eingießen der erſten abgetheilten Portion Queckſilber. Man wäge nun eine dem Sphäroid gleiche Quantität Queckſilber ab (M. ſ. Adhäſion), und gieße ſie in die Röhre. Es ſey bb die Baſis des neuen Sphäroids, ſo iſt bb der wahre Theilſtrich, und man wird die wahren Volumina überhaupt irgend eines Raumes R haben, wenn alle übrige Theilſtriche von da an aufgetragen werden, und man von der Baſis bb an die Theilung rechnet.

2. mit Waſſer. Man mache bey der Theilung der Röhre die vorige Operation, und ſetze den Inhalt des Waſſer-Meniſcus, d. h. eine Höhe von 0,5‴, dem Striche bb zu; ſo wird man die wahren Räume von R haben, wenn man die Theilung vom unterſten Punkte des Meniscus rechnet.

Digitized by Google

Zweyter Fall. Wenn die Röhre in entgegengesetzter Richtung (als Glocke) gebraucht werden soll, als in welcher sie calibrirt ist.

1. mit Quecksilber. Wenn bey dem entgegengesetzten Aufsteigen des Quecksilbers kein Sphäroid an dessen Oberfläche wäre, so würde bb der wahre Theilungspunkt seyn. Aber durch dieses Sphäroid wird der Raum R vermindert. Also muß man bey der Calibrirung ein Sphäroid von bb abziehen; oder es giebt die Basis an den wahren Theilstrich.

2. mit Wasser. Wenn bb für den wahren Theilstrich genommen würde, so hätte man für R einen Raum, der um den Wasser-Meniscus zu groß wäre; folglich muß dieser Wassermeniscus abgenommen, d. h. bey der Calibrirung der Höhe $0,5'''$ von der Höhe ba abgezogen werden.

Dritter Fall. Wenn eine Röhre zugleich mit Quecksilber und mit Wasser gebraucht werden soll. Dies ist nicht ohne Correction bey dem Gebrauche möglich. Man bestimmt den Strich bb oben, und nehme ihn als Theilstrich an. Arbeitet man mit Quecksilber, so zieht man von dem durch die Theilung angezeigten Raum R ein Sphäroid ab. Arbeitet man mit Wasser, so zieht man den Wassermeniscus von diesem angezeigten Raum oder $0,5'''$ von der Skale ab. Beyde, das Sphäroid und der Wassermeniscus müssen aber in Theile der Abtheilung ausgedrückt, und auf der Röhre angeschrieben werden. Eine einfache Subtraction giebt das wahre Volumen R, insofern es von der Theilung abhängt.

Cererium, Cerium (Cerérium, Cerère) (M. A.). Herr Klaproth hatte in dem Cererit einen Fossil, welches in der Bastnäs-Grube in Westmanland gefunden und von Cronstedt zuerst mit dem Namen Schwerstein oder Tungstein angeführet wird, eine eigene Substanz erhalten, welche durchs Glühen eine hellbraune Farbe annahm, und sie anfänglich für eine besondere Erde hielt. Er hatte ihr den Namen Ochroiterde (ochroitica) gege-

Digitized by Google

ben a). Fast zu gleicher Zeit beschäftigten sich auch die Herren Berzelius und Hisinger mit Untersuchung dieser Substanz, erklärten sie vielmehr für ein Metalloxyde, und gaben ihr nach dem neuen von Herrn Piazzi entdeckten Planeten, den Namen Cerium, wofür Herr Klaproth nachher die Benennung Cererium gewählt hatte b).

Herr Vauquelin bestätigte durch seine Versuche, daß das Cererium eine wirkliche metallische Substanz sey, welche im Cerer it als Oxyd mit Kieselerde und etwas Eisenoxyd verbunden enthalten ist. Von diesen beyden letzten Verbindungen wird das Cererium dadurch geschieden, daß man das gepulverte Cererit mit Königswasser digerirt, die Auflösung bis zur Trockne abdunstet, die trockene Verbindung glühet, wodurch das Eisen entfernet wird, und den weißen Rückstand mit einer Auflösung des Kali in Berührung bringt. Hierdurch erhält man ein weißes Oxyd, welches aus 43 Cereriumi, 7,5 Oxygen und 8,5 Wasser zusammengesetzt ist, und welches beym Austrocknen und Glühen sein Wasser verliert, dafür aber aus der Luft noch 3,75 Oxygen aufnimmt, und eine zimmetbraune Farbe erhält. Eben dieses Cereriumoxyd ist geruch- und geschmacklos, unauflöslich im Wasser und in den Alkalien, wird aber von der Salzsäure mit Entwickelung von Chlorine, und von der Schwefel- und Salpetersäure unter Entbindung eines Sauerstoffgas aufgelöset. Die Verbindungen, welche dadurch entstehen, sind meistens farbenlos, schmecken süß zusammenziehend, und werden nicht vom Schwefelwasserstoff, aber von den Alkalien und von den blausauren, bernsteinsauren und sauren kleesauren Salzen weiß gefällt.

Wird das Cereriumoxyd mit Kohle geglühet, so wird es desoxydirt; allein bis jetzt kennt man noch nicht genau die physischen Eigenschaften dieses Metalls, weil es in zu geringer Menge dargestellt wurde und so sehr schmelz-

a) Annales de chimie. To. XLIX. p. 256.

b) Gbendas. Vol. LIV. p. 26. 199.

Digitized by Google

bar ist, daß es noch nicht in ganzen Massen erhalten werden konnte.

M. s. Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 303. ff. S. 397. ff. Döbereiner Anfangsgründe der Chemie. Jena. 8. 1819. S. 252. Traité de chimie élémentaire etc. p. Thenard. To. I. p. 264.

Ceres (Aus. z. S. 219. Th. VI.). Dieser vom Hrn. Piazzi zu Palermo im Jahre 1801 entdeckte Planet ist besonders durch die Bemühungen des Herrn Hofr. und Ritter Gauß in seiner Laufbahn am genauesten und vollkommensten verfolget worden. Er hat ebenfalls, wie die übrigen bekannten Planeten, bald südliche, bald nördliche Breite, und schneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten (Knoten) unter dem Winkel von 10° 37′ 54″.

Nach der theoretischen Astronomie ist dieser Planet einer von den obersten Planeten, und schließt daher die Erdbahn ein. Er macht seinen Umlauf zwischen Mars und Jupiter um die Sonne binnen 4 Jahren, 221 Tagen.

Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 58000 deutsche Meilen. Uebrigens ist dieser Planet 15mal kleiner als unsere Erde. Die Astronomen haben ihm das Zeichen (⚳) gegeben.

M. s. Bodes astronomischen Jahrbuch an verschiedenen Stellen.

Cerin (N. A.). Diesen Namen hat Herr John *) einer Substanz gegeben, welche einen Hauptbestandtheil des Wachses ausmacht. Er hatte nämlich Bienenwachs, oder das Wachs der Myrica cordifolia mit einer hinreichenden Menge kochenden Alkohol digerirt, und dadurch gefunden, daß sich das Wachs in zwey verschiedene den Harzen ähnliche Stoffe trennt, welche sich in Ansehung ihrer Eigenschaften wesentlich von einander unterscheiden; dem einen gab er den Namen Cerin, und dem andern Myricin. Die Herren Buchholz und Brandes †)

*) John's chemische Schriften. B. IV. S. 58. f.

†) Repertorium für die Pharmacie von D. Buchner. B. IV. H. 11. S. 145. ff.

Digitized by Google

haben diese Entdeckung des Herrn John durch Versuche bestätiget. Beyde Stoffe, das Cerin und Myricin sind starr, und von der Härte und mechanischen Beschaffenheit des Wachses, ferner eben so wie dieses leicht schmelzbar, und in einer Temperatur, bey welcher das Wachs zersetzet wird, entzündlich. Sie unterscheiden sich in folgenden Eigenschaften: das Cerin hat ein specifisches Gewicht = 0,969, ist weder im Weingeist, noch im Wasser, sondern mit Hülfe der Wärme nur im Aether, in ätherischen Oehlen und absolutem Alkohol auflöslich, scheidet sich aber beym Erkalten dieser flüssigen Materien größtentheils in Gestalt einer weißen körnigen Masse wieder aus: 1 Theil Cerin erfordert zu seiner Auflösung 16 Theile siedenden absoluten Alkohols oder 42 Theile absolutes kaltes Aethers. Das Myricin ist etwas weicher, als das Cerin, sein specifisches Gewicht ist = 1,000; es löst sich ebenfalls nur im absoluten Alkohol und Aether auf, 1 Theil aber verlangt zur völligen Auflösung vom ersteren im siedenden Zustande 123 und vom letzteren 99 Theile; beym Erkalten oder Verdunsten der Auflösung scheidet sich das Myricin in einzelnen Flocken aus.

Die Herren Buchholz und Brandes fanden das gelbe Bienenwachs in folgenden Verhältnissen zusammengesetzt:

Cerin	90 Theile
Myricin	8 —
Balsamisch fettiger Stoff	12 —

Chevreul a) hat den Namen Cerin einem andern Stoffe gegeben, welcher sich nach und nach im krystallinischen Zustande abscheidet, wenn der Alkohol, der mit Kork digerirt worden, bis auf den sechsten Theil seines Raumumfanges verdunstet, und dann ruhig hingestellt wird.

Dieser Stoff besitzt folgende Eigenschaften: er sieht weiß aus, und ist in kleinen Nadeln krystallisirt. Bey der Siedhitze des Wassers schmilzt er nicht; sondern wird

a) Annales de Chimie. To. XCVI. p. 141.

Digitized by Google

blau, dann, und sinkt in diesem Zustande im Wasser zu Boden, während Wachs darauf schmilzt und auf der Oberfläche des Wassers schwimmt. Werden sie destillirt, oder sonst erhitzt, so erfährt es beynahe dieselben Veränderungen, als das Wachs. In Alkohol scheint es etwas auflöslicher als Wachs zu seyn. Salpetersäure löst sie nach und nach auf und verwandelt einen Theil derselben in Kleesäure.

M. s. Doebereiner Anfangsgründe der Chemie. Jena 1817. 8. S. 220. Chemischen Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Th. IV. S. 222 ff.

Chinasäure (Acidum chinicum, acide kinique) (N. A.) ist eine eigene in der Chinarinde enthaltene Säure, die mit Kalk verbunden ist, nachdem man diese Verbindung mit Hülfe des Wassers aus der Chinarinde gezogen hat. Um nun die Chinasäure isolirt darzustellen, trüpfelt man in jene wässerige Verbindung so lange eine Auflösung von Kleesäure hinzu, bis kein Niederschlag mehr erfolgt. Nach einer Verdunstung gewinnt man Krystalle in divergirenden Nadeln, welche die Chinasäure ausmachen. Vauquelin hat sie zuerst auf diese Weise isolirt dargestellt. Diese krystallisirte Säure besitzet einen sehr sauren Geschmack, und hat eine gelblich weiße Farbe. An der Luft ist sie beständig. Auf glühenden Kohlen schmilzt sie sehr schnell, bläht sich auf, wird schwarz, stößt weiße, stechende Dämpfe aus und läßt nur einen sehr geringen kohlichten Rückstand. Mit den Alkalien bildet sie auflösliche und krystallisirbare Salze.

Chlorina s. Salzsäure, dephlogistisirte.

Chromaskop (N. A.) (chromascopium, chromascope) ist ein vom Herrn Prof. Lüdicke erfundenes Instrument, um mittelst desselben das prismatische Farbenbild mit Bequemlichkeit zu Stande zu bringen. Es ist bekannt, daß es mit mancherley Unbequemlichkeiten verbunden ist, in einem verfinsterten Zimmer die Versuche

a) Annales de Chimie. Tom. LXXXV. p. 15. seq.

mit dem Prisma anzustellen. Es ist nicht allein mühsam, eine vollkommene Verdunkelung hervorzubringen, sondern diese ist auch besonders dem Beobachter hinderlich bey seinen Arbeiten und bey der Abänderung seiner Versuche, weil die Oeffnung beständig an einerley Stelle des Fensterladens bleibt. Nicht weniger mühsam ist die Messung der Winkel, welche bey aller Vorsicht nicht viel Genauigkeit darbieten. Es ist daher diese Vorrichtung des Herrn Lichtenberg sehr zu empfehlen.

Es ist dies Instrument (Fig. 31.) ein viereckiger Kasten aus gut geschlagener doppelter Pappe, welcher bis zum Mittelpunkte der Scheibe eine Länge von 24½ Dresdner Zolle und im lichten 5¼ Zoll Höhe und 3½ Zoll Breite hat. Er besteht aus zwey ungleichen Theilen, mnil und ilq, welche bey il in einander geschoben werden können. In der Rückwand des Kastens mnil befindet sich bey n ein bis auf den Boden heruntergehender Schieber, auf dessen innerer und äußerer Seite ein Maaßstab in Decimalinien des Dresdner Zolles gezeichnet ist, an welchen man von der Mitte aus herauf und herab zählt. Dieser doppelte übereinstimmende Maaßstab wird von einer ½ Zoll breiten, von oben nach unten gehenden Rinne unterbrochen, in welcher sich ein Schieber vorschieben läßt, dessen unterhalb und außerhalb bezeichnete Mitte um so viele Linien tiefer unter der Mitte des Instrumentes gestellet wird, als es der Punkt des Ausfalls am Prisma erfordert.

Von der Rückwand des Kastens an erweitert sich die eine Seitenwand, und verbindet sich bey no mit der gekrümmten Wand nop, welche 6 Zoll breit ist, und bey p eine hinlänglich große Oeffnung hat, um mit beyden Augen den Maaßstab deutlich sehen zu können. Die Entfernung dieser Oeffnung von dem Maaßstabe richtet sich nach der Entfernung, in welcher die Augen des Beobachters deutlich sehen. Der kleine Theil dieses Kastens ilq ist zur Aufnahme des Prisma und zu dessen Stellung bestimmt. Bey a, b, c sieht man die vordere ¼ Zoll starke Kante eines hölzernen Rohres, welches durch den

Digitized by Google

Kasten hindurch geht, 5 Zoll lang, und nur soweit ist, daß für die Kanten des Prisma, welches in dasselbe geschoben werden soll, schwache Einschnitte nöthig sind. In der Mitte seiner Länge ist dieses Rohr, um das Licht hindurch zu lassen, in der Breite eines Zolles so weit durchbrochen, daß nur an den Orten, wo die Kanten des Prisma an dasselbe anschließen, schmale Leisten übrig bleiben. Damit aber die vielen Oeffnungen nicht mehr Licht, als nöthig, hindurchlassen, ist dies Rohr an diesem Orte mit einer Röhre von Pappe umgeben, welche nur an der vordern und hintern Seite so viel als nöthig, offen ist. Zu eben dieser Absicht dienen auch die kleinen Wände (Fig. 32.) k, n, innerhalb welcher sich die letzt erwähnte Röhre herumdrehen läßt.

Die beyden größern Kreislinien (Fig. 31.) bezeichnen die Peripherien zweyer über einander liegender Scheiben, welche sich, jede besonders, herumdrehen lassen. An der untersten Scheibe, deren Durchmesser 8½ Zoll hält, befinden sich bey d, e zwey senkrecht aufgerichtete kleine Tafeln, von welchen d ein Gnamon mit einer kleinen Oeffnung ist, und p die Linie enthält, auf welche der Lichtpunkt fällt. Die Richtungslinie de geht durch den Mittelpunkt der Scheibe. Der äußere Ring dieser Scheibe ist etwas über die Hälfte, an dem in der Figur bezeichneten Orte, in einzelne Grade getheilet, die von dem Punkte des Sonnenzeigers e an herauf und herab gezählet werden. Bey k ist ein Zeiger auf dem Instrumente befestiget, welcher genau die Mitte desselben bezeichnet und einen Vernier hat, der ½ Grad an der Scheibe angiebt.

Die kleinere Scheibe hält im Durchmesser 8 Zoll und ist mit dem hölzernen Rohre verbunden. Bey Aufzeichnung der drey Halbmesser bey g, h, f, in welche die Kanten des Prisma genau fallen müssen, hat man die Vorsicht zu beobachten, daß man, ehe die Scheibe an das Rohr befestiget wird, die Winkel des Prisma genau mißt, den Bogen gh, hf und fg doppelt so viele Grade

Digitized by Google

giebt, die Halbmesser für diese Bogen zeichnet und nunmehr erst die Oeffnung für dieses Rohr oder die Kreisfläche abc ausschneidet. Wenn man nun die Scheibe auf das Rohr, in welchem das Prisma befindlich ist, schiebt, so wird man sehr bald bemerken, ob alle drey Linien fa, hc, gb auf alle drey Kanten des Prisma genau treffen oder nicht. Im letztern Falle wird man, wenn man wegen der Richtigkeit der gemessenen Winkel nicht besorgt seyn darf, nur den Ort aufzusuchen haben, wo eine Kante des Prisma tiefer in das Holz geht, als eine andere, die eine ausfüllen, und die andere vertiefen. Um aber hierbey die nöthige Genauigkeit zu erlangen, und um die beabsichtigten Versuche mit großen Oeffnungen anstellen zu können, muß das erwähnte Prisma viel dicker im Glase seyn, als die gewöhnlichen Prisma sind.

Die in dünne Kartenblätter geschnittenen Oeffnungen werden unmittelbar auf die brechende Fläche des Prisma in das Rohr geschoben. Die Oeffnungen müssen so klein seyn, daß man beym prismatischen Farbenbilde keinen weißen Streifen wahrnimmt.

Das ganze Instrument wird auf den beweglichen Kegel eines sichern Stativs, wie es für große Fernröhre gebrauchet wird, befestiget, damit man dem Instrumente die Richtung und Elevation geben kann, welche der gestellte Sonnenzeiger für die dermalige Sonnenhöhe nöthig hat.

Der Gebrauch dieses Instrumentes erfordert einige Vorbereitung, weil die Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsverhältnisses mit einer genauen Darstellung des Farbenbildes verbunden werden soll. Wegen des erstern muß der Ausfallswinkel dem Einfallswinkel gleich seyn, und wegen des zweyten müssen die Mittellinien beyder ausfahrenden Hauptstrahlen auf der Auffangfläche senkrecht stehen. Beyde Endzwecke kann man nicht anders erreichen, als daß man untersucht, wie der Einfalls- und Ausfallswinkel von den Bogen der Scheiben abhängt. Zu dieser Absicht ist die Fig. 23. entworfen.

Digitized by Google

In dieser Figur mögen nun vorstellen: abc einen vertikalen Durchschnitt des Prisma, nu die viereckige Oeffnung eines auf dem Prisma liegenden Kartenblattes; vu, yu die beyden einfallenden Strahlen; s das Complement des Einfallswinkels; de den Durchmesser des Sonnenzeigers, welcher also der Richtung der einfallenden Strahlen yu parallel seyn muß; um, uo die gebrochenen Strahlen; c den Mittelpunkt der Oeffnung, da denn, weil cu parallel um, auch mn = on ist; w das Complement des Auffallswinkels; k die Mitte des Instruments und yl die Mittellinie; βm und βo die mittlern ausfahrenden Strahlen, welche der Mittellinie yl parallel seyn müssen; mα, mγ, oγ und oν die Grenzlinien der Farbenstreifen; und endlich nγ die Mittellinie alles auffallenden Lichtes; welche also bey γ in die gemeinschaftliche Grenze der beyden Farbenstreifen fällt. Es sey nun ferner mp senkrecht auf βδ, und rq senkrecht auf nγ, folglich rq = γγ oder gleich der Tiefe der innern Grenze der Farbenstreifen unter der Mittellinie des Instruments. Endlich sey fg parallel ac, und hi parallel ab. Demnach ist ag + fc = 180° − alc, also ag = 90° − b, und daher wird s = fd = eg = ae − ag = ae + b − 90°. Ferner ist bh + ai = 180° − bea, also bh = 90° − e; eb = aeb − ae = ec − ae, und eh = eb + bh. Daher wird w = kh = eh − ek = eb + bh − ek = c + 90° − ae − ek. Weil nun w = s werden soll, so ist 2ae = 180° − b + c − ek, und ae = c + ½(s − ek). Hieraus ergiebt sich das Complement des Einfallswinkels s = w = 90° − ½(c + ek), und der Einfallswinkel selbst = ½(a + ek).

Von den beyden Bögen ae und ek, oder von der Entfernung des brechenden Mittels vom Sonnenzeiger und des letztern von dem mittlern Punkte k hängt vorzüglich die Stellung des Instruments ab, welchem man alsdann eine solche Neigung giebt, daß der Sonnenstrahl durch den Gnomon auf die Linie bey a fällt.

Digitized by Google

Um mehrere Proben bey Stellung der Scheiben zu vermeiden, sucht man den Bogen ek vorläufig, indem man das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas, 3 : 2, zum Grunde legt. Demnach hat man hier sin. ½(a+ek) : sin. ½a = 3 : 2, oder sin. ½(a+ek) = ¾ . sin. ½a, woraus sich die vorläufige Bestimmung des Bogens ek ergiebt.

Auch für den Punkt n muß der für die Tiefe desselben bestimmte Bogen vorläufig berechnet werden. Es sey die Entfernung der Mitte der Oeffnung vom brechenden Winkel at = an gemessen, man weiß dann bn = ab — an, und $bq = \frac{(ab-an)\sin.5}{\sin.tot.}$. Da ferner der Halbmesser des Kreises leicht gefunden werden kann, und der Bogen bk entweder = ek — eb, oder = eb — ek, also entweder = a — ae oder = ae — a ist, in welchem letztern Falle b über k fällt; so hat man

$br = \frac{rad.\sin.(a-ae)}{\sin.tot.}$ oder $= \frac{rad.\sin.(ae-a)}{\sin.tot.}$.

Im erstern Falle ist

$yγ = rq = bq + br = \frac{(ab-an)\sin.5 + rad.\sin.(a-ae)}{\sin.tot.}$

und im letztern Falle wird

$yγ = qb - br = \frac{(ab-an)\sin.5 - rad.\sin.(ae-a)}{\sin.tot.}$

welche berechnete Tiefe auch bey Verbesserung der Bogen beybehalten werden kann, da einige Grade Aenderung in den Bogen diese Tiefe sehr unmerklich ändern.

Wenn man nun den Nullpunkt des kleinern Schiebers für diese Tiefe, oder yγ = rq gestellt hat, so verbessert man die Bogen ae und ek so lange, bis die eine gemeinschaftliche Grenze der Farbenstreifen auf diesen Nullpunkt fällt, indem man hiebey jedesmal dem Instrumente die Stellung giebt, welche für den Sonnenzeiger erforderlich ist. Alsdann findet man die Breiten der beyden Farbenleisten an der Skale der Auffangfläche.

Digitized by Google

Die Winkel von Herrn Lüdicke's Prisma waren 42° 15′, 61° 45′ und 76°. Die Versuche, welche er mit diesem Prisma anstellte, gaben ihm folgende Resultate:

	Die brechenden Winkel waren		
	42° 15′	61° 45′	76°
Auffallswinkel des äußersten.			
Violetten	33° 35′ 42″	54° 54′ 45″	71° 4′ 27″
— — des mittleren	33° 7′ 30″	51° — —	69° 7′ 30″
— — des äußersten roth. Strahls	32° 46′ 19″	50° 20′ 54″	67° 38′ 5″
Brechungsverhältniß des äußers.			
Violet, M : r	1,5352 : 1	1,5597 : 1	1,5864 : 1
— — des mittleren, m : 1	1,5162 : 1	1,5144 : 1	1,5176 : 1
— — des äußersten Roth, M : 1	1,5019 : 1	1,5002 : 1	1,5021 : 1
die Farbenzerstreuung M : — m	0,0190	0,0195	0,0188
und m — M	0,0145	0,0142	0,0155.
Mittlere Farbenzerstreuung ½ (M′ + M).	0,0166	0,0167	0,0171

Hiebey bemerket Herr Lüdicke, daß die Beobachtungen mit Hülfe des dritten brechenden Winkels von 76° weniger zuverlässig sind, indem sein Prisma gerade an dieser Stelle die meisten Luftbläschen und Winden enthielt.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVI. S. 127. ff.

Chromium (Chromium, Chrome) (N. A.) ist ein vom Herrn Vauquelin *) im Jahre 1797 entdecktes Metall, welches er mit dem Namen Chromium (von χρῶμα, Farbe) dieserwegen beleget hatte, weil es die Eigenschaft besitzet, andern Stoffen in einem hohen Grade Farben mitzutheilen. Es findet sich mit Oxygen verbunden als Säure im röthen Bleyerze und als Oxyd im Chromeisen, im Smaragd, in Serpentin, und in den meisten der grünfarbigen Steine der Talkordnung, aus welchen Verbindungen es durch Glühen derselben mit Natron geschieden und durch nachherige Fällung des entstandenen chromsauren Natrons mit salpetersaurem Baryt und Zersetzung des gebildeten chromsauren Baryts durch Schwefelsäure erst als Säure und dann durch heftiges Glühen der letzten mit Kohle rein oder metallisch dargestellt werden kann. Das Chromium ist von Farbe weiß,

*) Annales de Chimie. T. XXV. p. 21. et. s. 1798 etc.

Digitized by Google

spröde, höchst strengflüssig und schwer verbrennlich. Sein specifisches Gewicht ist = 5,900.

Chromsäure (Accidum chromicum, acide chromique) (N. A.) ist eine Verbindung von 26 Chromium und 22,5 Sauerstoff. Mit Alkalien bildet sie gelbe Salze, welche in Säuren aufgelöstes Bleyoxyd orangegelb, Queckſilberoxyd zinnoberroth, und Silberoxyd carminroth niederschlagen. Die Säure selbst bildet für sich rubinrothe Krystalle, welche vom sauren Geschmack sind, sich im Wasser leicht auflösen und in hoher Temperatur Sauerstoffgas von sich geben und in ein grünes Pulver verwandelt werden, welches Chromoxyd, eine Verbindung von 26 Chromium mit 11,25 Sauerstoff ist. Die Alkalien verwandeln im Feuer und beym Zutritt der Luft das freye sowohl, als auch das mit andern Stoffen verbundene Chromoxyd in Chromsäure.

M. s. Döbereiner Anfangsgründe der Chemie., Jen. 1819. 8. S. 222.

Chryophorus (Chryophorus) (N. A.) ist ein von D. Wollaston angegebenes Instrument, durch welches man auf eine sehr leichte Art das Gefrierenmachen in einer Entfernung bewirken kann. Es besteht dies Werkzeug in folgenden: man nimmt eine Glasröhre von willkührlicher Länge z. B. von der Länge der Barometerröhren, bläset an jedem Ende derselben eine Kugel an, die ungefähr den vierfachen Durchmesser der Röhre hat (etwa 1 Zoll), zieht die eine in eine Spitze aus, füllt die andere mit Wasser beynahe voll, und bringt dies ins Kochen. Wenn die Wasserdämpfe die Luft ausgetrieben haben, so schmelzt man die Spitze der obern Kugel vor dem Löthrohre zu auf ähnliche Art, wie im Wasserhammer. Die eine Kugel bleibt dann noch etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, und der ganze Apparat ist fast luftleer. Dicht vor der Kugel wird die Röhre in einen rechten Winkel gebogen. Taugt man alsdann die leere Kugel in eine Mengung von Salz und Schnee, so friert das Wasser in der andern Kugel in wenigen

Digitized by Google

Minuten, ob es gleich von der Frostmischung entfernet ist, vermöge der schnellen Condensirung der Wasserdämpfe in der leeren erkalteten Kugel. Dieses Verfahren läßt sich in einer drey Fuß langen Röhre, so oft man will, wiederholen, wobey man sehr deutlich die Wirkungen der Extraction der Wärme, die das Wasser verläßt, gewahr wird.

D. Wollaston hat diesem kleinen Instrumente den Namen Chryophorus (Kälteträger von χρυος und φορέω) gegeben, weil in demselben die Wirkung einer Frostmischung auf Wasser übertragen wird, das einige Zolle, ja selbst einige Fuße von der erkälteten Mischung entfernt ist.

Herr D. Marcet fand, daß dasselbe sich in weniger als Einer Minute ohne Frostmischung bewerkstelligen lasse, wenn man die leere Kugel mit Leinwand überziehet, diese mit Aether befeuchtet, und dann die Luft um sich her verdünnt, selbst wenn die Luftpumpe nur sehr mittelmäßig auspumpt.

Er hatte in der einen Kugel eines Chryophorus ein kleines Thermometer einschmelzen lassen; als sich das Wasser in dieser Kugel befand, sank das Thermometer bis auf 20° Fahr. (gleich — 5⅓° Reaum.) ja in einem Falle noch um 2 bis 3 Grad tiefer, bevor es gefror.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVIII. S. 175 f.

Chymie (Zus. 3. S. 575. Th. I.). Die Chemie hat in den neuern Zeiten ungeheuere Fortschritte gemacht. Hierzu wirkten nicht allein die eifrigen Vertheidiger der neuern Chemie, sondern auch die Gegner derselben, welche, indem sie äußerst bemüht waren, durch neue Beobachtungen und Versuche selbige umzustoßen, wesentlich dazu beytrügen, sie noch mehr zu befestigen und zu erweitern. Selbst die kritischen Untersuchungen, welche die neuern Naturphilosophen über das Wesen der Materie überhaupt angestellt haben, sind der neuern Chemie ungemein förderlich gewesen. Die wichtige sogenannte Affinitätslehre gab schon Veranlassung genug, daß man mit der alten

Digitized by Google

atomistischen Lehre unmöglich ausreichen könne. Mögen auch die neuern Naturphilosophen in ihrer Behauptung zu weit gegangen seyn, so haben sie doch ohnstreitig die Gelegenheit gegeben, daß die Chemiker sowohl als überhaupt die Naturforscher ganz andere und weit richtigere Ansichten von den gegenseitigen Einwirkungen verschiedener Materien erhielten, und es sind daher die kritischen Bemerkungen des Herrn Chenevix über die deutschen Naturphilosophen nicht zu billigen. Nur bey der Voraussetzung, daß die Materie durch eigene Kräfte in einander wirken, brachte Bertholet ein Werk zu Stande, welches ein ganz neues Licht über die Verwandtschaften verbreitete. Proust erforschte genauer die chemischen Verhältnisse mehrerer Metalle, und bestritt mit Erfolg Bertholet's Affinitätslehre. Fourcroy und Vauquelin unternahmen besonders genauere Analysen organischer Substanzen und verschiedene andere wichtige Untersuchungen. Der letzte entdeckte bey seinen vielen analytischen Arbeiten das Chromium, die Süßerde, und sehr viele Pflanzenstoffe. Die wichtigsten und zahlreichsten Arbeiten in der analytischen Chemie, jedoch fast ausschließend nur mit der Erforschung der Zusammensetzung der Mineralkörper hat unter den Deutschen M. Heinr. Klaproth geliefert. Er entdeckte die Zirkonerde, das Titanium, Uranium und Tellurium. Richter gründete in seiner Stöchiometrie die Lehre von den bestimmten und einfachen Gewichtsverhältnissen, nach welchen sich die verschiedenen Substanzen vereinigen. Smithson Tennant war der Erste, der aus der Kohlensäure die Kohle abschied; auch entdeckte er das Osmium und Iridium. Wollaston fand in der Platina das Paladium und Rhodium.

Durch die von Galvani entdeckte galvanische Elektricität, welche besonders Volta durch seine elektrische Säule so sehr zu verstärken lehrte, ward dem Chemiker ein ganz neues Feld eröffnet, Substanzen zu zerlegen, welche man vorher für einfach gehalten hatte, wodurch nicht allein Lavoisier's Lehre von der Zusammensetzung

Digitized by Google

des Wassers bestätiget, sondern auch im Jahre 1807 mit Hülfe sehr starker elektrischer Säulen durch Davy die bis zu dieser Zeit unzersetzten Alkalien und Erden in eigenthümliche Metalle und in Sauerstoff zerleget wurden. Ueberdem suchte er auch durch die galvanische Elektricität die Lehre der Flamme und die Verbindungen der Chlorine in ein helleres Licht zu setzen. Um dieselbe Zeit, als Davy diese Entdeckungen machte, untersuchten auch Gay-Lussac und Thenard die Metalle der Alkalien und die Chlorverbindungen, und stellten die ersten genauen Zerlegungen nicht verdampfbarer organischer Substanzen in ihre Elemente an. Außerdem erweiterte ersterer die Lehre von der Wärme, besonders von der Verdampfung, untersuchte viel genauer die Verbindungen der elastischen Flüssigkeiten, und brachte sie auf einfache Maaßverhältnisse, entdeckte die wasserfreye Blausäure und das Cyan, und erforschte das von Courtois entdeckte Jod nach seinen chemischen Beziehungen am genauesten.

Berzelius wurde durch den hohen Grad von Genauigkeit, welchen er bey der Untersuchung der Gewichtsverhältnisse, nach welchen sich die verschiedenen Substanzen vereinigen, anwendete, auf die Bestätigung der beynahe in Vergessenheit gerathenen Richterschen stöchiometrischen Ansichten geleitet. Durch seine vielfältigen Arbeiten fand er fast bey allen einfachen Stoffen das Gewicht auf, nach welchen sie sich mit andern vereinigen. Nachdem er Klaproth's Methoden in der Analyse die Mineralkörper noch weiter vervollkommnete, zerlegte er viele neue Fossilien, wobey er das Cerer, die Thorine, das Selin und zum Theil auch das Lithion als neue Stoffe entdeckte. Zu gleicher Zeit mit Berzelius und weniger von Versuchen unterstützt, entwickelte auch Dalton die Richtersche Lehre unter einem etwas verschiedenem Ausdrucke, und gründete darauf eine eigene atomistische Chemie.

Endlich entdeckte Thenard noch, daß sich der Sauerstoff mit einer bewunderungswürdigen Kraft im Wasser ver-

Digitized by Google

dichten lasse, und dadurch Eigenschaften erhalte, welche an das Wunderbare grenzen.

Von allen diesen wird unter den gehörigen Artikeln das Nöthigste und Wichtigste mitgetheilet werden.

Bey diesem außerordentlichen Fortschreiten der neuern Chemie ist jedoch die, fast von jedem Chemiker neu gemachte Nomenklatur ein vorzügliches Hinderniß derselben. Technische Ausdrücke sind freylich in jeder Wissenschaft und in jeder wissenschaftlichen Kunst, wie dies die Chemie ist, höchst nothwendig; allein man findet doch in keiner einzigen andern wissenschaftlichen Untersuchung so viele neu gebackene Wörter, als in der Chemie. Dadurch muß offenbar derjenige, der sich dem Studium der Chemie widmet, eine geraume Zeit, unnöthiger Weise verlieren, um sich nur erst die unendlich verschiedenen Namen derselben Stoffe bekannt zu machen. Sollten sich nicht die Chemiker endlich mit den Herren Berzelius und Gilbert vereinigen, die von jenem vorgeschlagenen lateinischen, und von diesem übersetzten deutschen Benennungen der unendlich verschiedenen Stoffe, welche einer chemischen Untersuchung unterworfen werden, als allgemein anzunehmen?

Von den außerordentlich vielen chemischen Schriften führe ich nur folgende an:

Richter Anfangsgründe der Stöchiometrie oder Meßkunst chymischer Elemente. Th. I—III. Breslau, 1792 — 1794. 8. *Bertholet* recherches sur les lois de l'affinité. Paris 1801. übers. von Fischer. *Bertholet* essai de statique chimique. Paris 1803. übers. von Fischer. Dalton neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft. übers. von Wolff. Berl. 1812. 8. Berzelius über die chemische Proportion und die chemischen Wirkungen der Elektricität, nebst Tabellen über die Atomgewichte u. s. w., übers. von Blöde. Dresden, 1820. Die chemische Meßkunst, oder Anleitung die chemischen Verbindungen nach Maas und Gewicht auf eine einfache Weise zu bestimmen, von J. L. G. Meinecke. Halle und Leipzig 1815. 2ter Band 1818. Lehrbuch der

Digitized by Google

Stöchiometrie von D. C. G. Bischof. Erlangen 1819. 8. Klaproth's und Wolff's chemisches Wörterbuch. Berlin 1807—1810. 5 Bände, nebst den drey Supplementbänden. John's Handwörterbuch der allgemeinen Chemie. Leipzig und Altenburg 1817. 1818. 8. Kastner's Einleitung in die neuere Chemie ꝛc. Adl. Ferd. Gehlen neues Journal der Chemie. Berlin 1803—1806. Journal für Chemie, Physik und Mineralogie von D. Gehlen. IX Bände. Berlin 1806—1810. Journal für Chemie und Physik, herausgegeben von D. Schweigger. Nürnberg, 1811. 1—28ster Band. 1820. wird fortgesetzt. Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker von Göckling. Jahrg. I—XIII. 1780—1802 mit 4 kleinen Registerbänden; fortgesetzt von Bucholz von 1803—1818; Jahrgang 1819 von D. Brandes; Jahrg. 1820 von Trommsdorf. wird fortgesetzt. Trommsdorf Journal der Pharmacie für Aerzte und Apotheker. XXVI Bände; neues Journal der Pharmacie bis 1820. 4 Bände. wird fortgesetzt. Gilbert's Annalen der Physik. B. I—XXX. 1799—1808. Neue Annalen als Fortsetzung I—XXX. 1809—1818 (XXXI—LX.); Annalen der Physik und physikalischen Chemie I—V. 1819. 1820 (LXI—LV.). Annales de chimie. To. I—XCVI. 1789—1815. Annales de chimie et de physique. To. I—X. 1820. wird fortgesetzt. Annales of Philosophy; by *Thom. Thomson*. Lond. To. I—XII. wird fortgesetzt. *Brugnatelli* Annali di Chimica. Pavia. To. I—XXX. 1790—1802. dessen Giornale di Fisica, Chimica e storia naturale. To. I—X. Pavia. 1808—1818.

Citronensäure (Zus. z. S. 578. Th. I.). Durch die Bemühungen der neueren Chemiker, besonders der Herren Gay-Lussac, Thenard u. Berzelius, ist das Verhältniß ihrer Bestandtheile also gefunden worden: 2 Antheile Kohlenstoff, 2 Antheile Wasserstoff und 4 Antheile Sauerstoff.

Cohäsion (Zus. z. S. 602. Th. I.). Im Ganzen genommen kann ich die unter diesem Artikel gemachten

Digitized by Google

Bemerkungen über das allgemeine Phänomen der Cohäsion bis jetzt noch nicht aufgeben. Die Ansichten der neuern Naturforscher und Chemiker über diesen Gegenstand sind verschieden. Bertholet, Biot, la Place und überhaupt die französischen Physiker betrachten die Anziehung im Allgemeinen und die Anziehung in der Berührung als Eine in der materiellen Natur sich befindende Kraft, welche sich in der Entfernung nach der Masse richtet, und in der Berührung durch die gegenseitige Einwirkung der sich berührenden Stoffe verschiedentlich modificirt wird. Nach dieser Meinung beruhet also auch die chemische Anziehung auf dieser einzigen Kraft. Sie hat in Frankreich besonders durch die so fruchtbare Anwendung des Herrn la Place in der Auffindung der allgemeinsten Gesetze der Haarröhrchenerscheinungen allgemeinen Eingang gefunden. Andere Physiker und Chemiker hingegen unterscheiden mit Recht die Anziehung in der Ferne von der Cohäsion. Da aber die Cohäsion mit der Vorstellung der Materie überhaupt in der engsten Verbindung steht, so findet sich auch bey der andern Meinung eine große Verschiedenheit. Die neuern Atomistiker nehmen die Voraussetzung an, daß die wahren Elemente einer Körpermasse die gleichartigen Grundformen oder Atome sind, welche nach einigen nur eine einzige Grundkraft, nämlich die anziehende, nach andern aber noch außerdem eine wesentliche zurückstoßende Kraft besitzen. Die Dynamiker hingegen nehmen durchaus nicht an, daß die Materie ein Apparat von Atomen oder Grundkörperchen sey, sondern daß vielmehr die Gestaltung der Materie durch die beyden Grundkräfte, der anziehenden und abstoßenden Kraft bewirkt werde. Nach der Vorstellung der Atomistiker ist also die Cohäsion eine allgemeine Erscheinung des Zusammenhangs der Atome einer Körpermasse, welche von der anziehenden Kraft derselben gegen einander bewirket wird. Sie unterscheiden ebenfalls mechanische und chemische Cohäsion. Die mechanische Cohäsion findet nur bey gleichartigen Materien statt, und ihre Gesetze lassen sich mit Hülfe der

Digitized by Google

Mathematik entwickeln. Die chemische Cohäsion aber, welche allein bey ungleichartigen Stoffen in der Berührung wahrgenommen wird, richtet sich nicht nach der Quantität, sondern nach der Qualität, und wird folglich durch die qualitative Anziehung der verschiedenen Stoffe gegen einander bestimmt. Nach der Erfahrung ist die Dichtigkeit eines chemischen Produktes mit der chemischen Cohärenz keineswegs proportional; daher suchen die Atomisiker den Grund dieser Erscheinung in der Form der Atome und in der verschiedenen Lage, in welcher sie sich unter Einwirkung der sogenannten Imponderabilien unter einander verbinden. Da aber die Annahme der Atome auf Fiktionen beruhet, und weder durch Erfahrung noch aus dem allgemeinen Begriff der Materie bewiesen werden kann, so ist hiernach gar nicht einzusehen, wie eine qualitative Anziehung der verschiedenen Materien, welche in Berührung kommen, entstehen kann, indem die verschiedenartigen Materien doch nur durch die verbindenden Kräfte derselben bis zu den Atomen getrennt, und blos unter einander vermengt wären. Dagegen beweiset aber die dynamische Lehrart, daß keine Materie ohne abstoßende und anziehende Kraft gedacht werden kann. Es liegt also nach dieser Lehrart der Grund der chemischen Cohäsion in dem unendlich verschiedenen Conflikte der beyden Grundkräfte der in Berührung kommenden verschiedenen Materien gegen einander. Da sich aber für die chemischen Wirkungen auf einander kein Begriff auffinden läßt, der construirt werden könnte, d. h. da sich kein Gesetz der Annäherung oder Entfernung der Theile angeben läßt, nach welchem etwa in Proportion ihrer Dichtigkeiten u. dgl. ihre Bewegungen sammt ihren Folgen in der reinen Anschauung dargestellt werden könnten; so scheint es mir auch nach dieser Lehre ein eitles Unternehmen zu seyn, die Möglichkeit der chemischen Cohäsion nur im mindesten begreiflich zu machen, weil dabey keine Mathematik angewendet werden kann. Indessen hat meiner Einsicht nach doch die dynamische

Digitized by Google

Lehre einen Vorzug selbst vor der neuern atomistischen Lehre, indem erstere keine Fiktionen von Atomen bedarf, sondern das Phänomen blos aus dem Zusammentreffen beyder Grundkräfte zu erklären suchet, welche erst der Materie ihre Gestaltung geben. Uebrigens s. m. noch die Artikel: Verwandtschaft, Prozeß, chemischer.

Columbium (jetzt Tantalium) (Zus. z. S. 221. Th. VI.). Herr Wollaston hat durch Versuche dargethan, daß das hier angeführte von Hatschett entdeckte Columbium völlig einerley ist mit dem von Eckberg in Schweden entdeckten Metall, das er Tantalum genannt hatte, und unter dem Artikel: Tantalum B. VI. S. 724.) beschrieben ist. Er fand, daß Columbit und Tantalit sich so ähnlich sind, daß es außerordentlich schwer fällt, ein unterscheidendes Merkmal zwischen beyden aufzufinden; auch die chemische Analyse gab ihm in beyden dieselben drey Bestandtheile: nämlich ein weißes Oxyd, gebunden an Eisenoxyd und Manganoxyd. Auch verhält sich das aus dem einen oder andern geschiedene weiße Oxyd völlig auf gleiche Art. Der einzige auffallende Unterschied betrifft die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes bey dem Columbit und Tantalit, welches Hatschett bey dem erstern = 5,918, Eckeberg bey dem letztern = 7,953 fand. Dies läßt sich aus der geringen Abweichung in den Mischungsverhältnissen nicht erklären. Wollaston meint, daß diese Erscheinung entweder von dem verschiedenen Oxydationszustande der beyden Oxyde, (welcher sich aber bey seinen Versuchen nicht bestimmen ließ) oder von dem Zustande der Aggregation, oder auch wohl von kleinen Höhlungen, die vielleicht im Columbit enthalten seyn mögen, herrühren könne.

Herr Berzelius hat diesem Metalle den Nahmen Tantalium gegeben, der nunmehr auch allgemein angenommen zu seyn scheint.

M. s. Nicholson's Journal. N. XXV. p. 23. Gilbert's Annalen der Physik B. XXXVII. S. 98. ff. Neues Journal der Chemie u. Physik B. I. S. 520. ff.

Digitized by Google

f. Compressionsmaschine (Suppl. z. Art. Luft, Th. I.).

Herr Leithbridge Northmore *) hat eine Compressionsmaschine verfertiget, welche bestimmt war, durch Versuche auszumitteln, was für Wirkungen die Verdichtung auf Gasarten und deren Gemisch hervorbringe. Es hatte sich nämlich Herr Northmore vorgenommen, dergleichen Versuche anzustellen, wozu ihn das unter dem Artikel: Feuerzeug, pneumatisches, angegebene Verfuch Veranlassung gegeben hatte, und dazu mußte er eine eigene Condensationspumpe haben. Diese Pumpe besaß ein seitwärts angebrachtes Ventil, durch welches die Gasarten aus einer mit einem Hahne versehenen Blase in den Stiefel hineingetrieben konnten. Mit diesem Stiefel war eine Verbindungsröhre mit federndem Ventil luftdicht verbunden, wodurch die Gasarten in einen mit dieser Verbindungsröhre zusammenhangenden gläsernen Recipienten hineingepreßt wurden. Die einzelnen Theile der Verbindungsröhre stellen die Fig. 34. 35. 36. 37. vor. Die Röhre wird bey a, Fig. 34. auf die Condensationspumpe aufgeschraubt, vermittelst eines Schlüssels, der sie bey b faßt, eben so Fig. 35. d auf c, und der Glasrecipient auf e. Das federnde Kegelventil, Fig. 37. mit seiner Hülle, Fig. 36. liegt in der Verbindungsröhre, Fig. 35. a, so daß der Kegel in die konische Höhlung am Ende c, Fig. 34. paßt, in welche er eingeschmirgelt ist, und daß die Hülle, welche auf das obere Ende von e, Fig. 35. aufgeschraubt wird, sich in der Weitung f befindet. Alle Schrauben sind mit geöhltem Leder versehen und schließen luftdicht.

Die Versuche des Herrn Northmore sind nicht mit der gehörigen Genauigkeit angestellet worden, daß man sich auf die von ihm gefundenen Resultate sicher verlassen könnte. Indessen lehren sie doch so viel, daß Luftarten im condensirten Zustande einige merkwürdige Erscheinungen geben, und es wäre daher wohl der Mühe werth, dergleichen Versuche häufig anzustellen.

*) Gilbert's Annalen der Physik B. XXX. S. 284. ff.

Condensator (Zus. z. G. vog. Th. VI.). Herr Wilson *) hat einen Condensator der Elektricität beschrieben, welcher zugleich als Duplicator derselben gebraucht werden kann, nebst einigen damit angestellten Versuchen. Die Fig. 38. stellen denselben etwa in der Hälfte seiner Größe dar. Die Platten A, B, C, D und E werden von Glasfüßen getragen, welche oberhalb mit Siegellack überzogen sind; nur die Platte E steht auf einem Drahte, welcher unten die Gewinde hat, wodurch sie die Platte E genähert, und von ihr entfernt werden kann. Bey 3 befindet sich eine Schraube, welche an den Glasfuß der Platte trifft und die Entfernung der Platten bestimmt, wenn sie einander genähert werden. Die Platten A, C und E stehen auf dem Bodenbrette fest; B und D aber stehen auf den Hebeln L, l, welche sich um die Stifte p, p in horizontaler Ebene drehen lassen, und durch die Leiste R mit einander verbunden sind. Bey der Bewegung des Hebels L bewegen sich die Platten B und D entgegengesetzt, und nähern sich folglich beyde zu gleicher Zeit der Platte C, oder entfernen sich von ihr. Die Flächen der Platten sind eben geschliffen, und die Platten sind so aufgestellt, daß, wenn nicht die Schrauben 2, 2 die Bewegung der Hebel hindern, die Fläche von B sich genau auf die Fläche von A, und die Fläche von D auf die von C anlegen. Die Schrauben 2, 2 hemmen die Bewegung bey einem sehr kleinen Abstande, welcher durch Drehung der Schrauben vergrößert, oder verkleinert werden kann.

Will man dies Instrument als einfachen Condensator gebrauchen, so bringt man die Platte B so nahe an A, als es die Schraube 2 verstattet. Die Drähte b und f berühren sich dann einander, und verbinden die Platte B mit der Erde, wodurch die Capacität von A vergrößert wird. Bey dieser Vermehrung der Capacität wird die Platte A von einem elektrischen, mit ihr in Berührung

*) Gilbert's Annalen der Physik B. XLII. S. 376. f.

gebrachten Körper eine größere Ladung von Elektricität annehmen; und bewegt man hierauf B zurück, so ist die Elektricität in A mehr verdichtet, als sie ohne Annäherung der Platte B gewesen wäre. Allein diese Intensität wird nicht größer als die des elektrischen Körpers seyn, wenn dessen Oberfläche nicht größer ist, als die Oberfläche der Messingsplatte A; denn ein Condensator vermehret nicht die Quantität der Elektricität, sondern er faßet sie bloß in einen kleinern Raume, als wo sie vorher war. Wenn daher die Elektricität eines sehr kleinen Körpers untersuchet werden soll, so wird der einfache Condensator dieser Absicht kein Genüge thun. In einem solchen Falle muß man sich anderer Mittel bedienen, besonders Canton's Multiplikator der Elektricität. Das Instrument kann nun auch wirklich so wohl als ein einfacher als auch als ein doppelter Multiplikator eingerichtet werden. Denn wenn die Platte B in der Nähe mit der Platte A steht, und nicht isolirt ist, wird A eine größere Ladung annehmen, als wenn B nicht nahe gewesen wäre; und weil die Platte B nicht isolirt ist, wird A in ihr einen entgegengesetzten Zustand von beynahe gleicher Intensität hervorbringen. In dem Augenblicke, als man mit dem Hebel die Platte B von A entfernet, wird die Berührung der Drähte b und f aufgehoben, und die Platte B isolirt, sie bleibt daher im negativen Zustande, und so wie sie sich von A mehr entfernet, wird die Intensität ihrer Ladung zunehmen, so viel als es die Ladung der Platte A verstattet, und sie wird daher geschickt seyn, einem andern Condensator beynahe den ganzen angenommenen negativen Zustand mitzutheilen.

Indem aber die Platte B von A fortrückt, nähert sich D der Platte C und bringt in einer kleinen Entfernung von ihr die Drähte d und g in Berührung. Dadurch wird die Scheibe mit der Erde verbunden, und daher bilden nun die beyden Platten D und C einen Condensator. In demselben Augenblicke aber, als die Drähte d und g einander berühren, kommen auch die Drähte b und c in

Digitized by Google.

Berührung, daher denn beynahe die ganze Ladung von B der Platte C zugeführet wird, und diese versetzt die Platte D in den entgegengesetzten Zustand als den, welchen die Ladung der Platte A in der Scheibe B bewirkte, d. h. in demselben Zustande, als A. In demselben Augenblicke, als die Platte B wieder aus der Nähe von C zurückgerückt wird, entfernt sich auch die Platte D von ihr, und zugleich wird die Berührung der beyden Drähte d und g aufgehoben und D isolirt; diese Platte behält also ihre mit A gleichartige Ladung. Bey fortgesetzter Bewegung kommt wiederum die Platte B in die Nähe von A und entfernt sich D von C, bis die Drähte d und f und zu gleicher Zeit die Drähte d und e einander berühren. Wenn nun die Platten E und F einander nahe sind, so bilden sie einen dritten Condensator, und beynahe die ganze Ladung von D wird der Platte E auf dieselbe Art mitgetheilt, wie sie sich von B auf C fortpflanzte. Die Platte B versetzt zu gleicher Zeit ihre Elektricität, indem sie in die Nähe von A kommt, und diese Elektricität wird der Platte C mitgetheilt, welche in D den entgegengesetzten Zustand hervorbringt, der von D der Platte E mitgetheilt wird. Da diese Erfolge bey jedesmaliger Vor- und Rückwärts-Bewegung wiederholt werden, so nimmt die Ladung von C bey jeder Bewegung des Hebels zu, indeß die Ladung in A dieselbe bleibt, und wenn auch nach irgend einer Zahl von Bewegungen die Platte C so stark geladen werden, daß sie von B nichts mehr annehmen kann, wird die Wirkung doch noch zwischen D und E fortdauren. Da die Ladung der Platte B wächst, während die Ladung der Platte C unverändert bleibt, erhält E eine Ladung, welche um so vielmal grösser als die Ladung von C, ist, als diese grösser wie die Ladung von A ist, welches deutlich erhellet, wenn die Platte F von der Platte E entfernt wird.

Schraubt man den Drath a in die Platte A, verbindet ihn mit der Platte E mittelst des Drahtes a, s, so besitzt das Instrument alle Eigenschaften eines Verdopplers

der Elektricität. Denn alsdann wird die ganze, der Platte E mitgetheilte Ladung, welche von derselben Art, als die in A ist, der Platte A mitgetheilt; die Elektricität dieser Platte nimmt also immerfort an Intensität zu, und bringt bey jeder Bewegung des Hebels eine größere Wirkung auf B u. s. w. hervor. Und hierbey finden keine Grenzen der Vermehrung statt, bis die Intensität der Ladung so groß wird, daß sie von einer Platte in die andere in Funkengestalt überspringt.

Die vielfältigen Versuche, welche Herr Wilson mit diesem Instrumente angestellet hatte, schienen seinem Zwecke aufs genügendste zu entsprechen; nur bemerkte er, daß nach dem Laden desselben mit positiver Elektricität, die von selbst erzeugte Elektricität allezeit positiv war, und daß, wenn es negative Elektricität erhalten hatte, die von selbst erzeugte Elektricität nur eine gewisse Zeitlang nach dem Laden negativ war, und nachher positiv wurde. Es wurde daher eine desto größere Anzahl Bewegungen des Hebels erfordert, um das Elektrometer mit negativer Elektricität zum Divergiren zu bringen, je länger es nach dem Laden mit negativer Elektricität gestanden hatte; wenn es dagegen positiv geworden war, wurde, je länger es gestanden hatte, eine desto kleinere Anzahl der Bewegung des Hebels erfordert, um das Elektrometer mit einem gewissen Grade positiver Elektricität zu versehen. Dies blieb jedoch innerhalb gewisser Grenzen. Herrn Wilson war diese Verschiedenheit auffallend; nach einiger Ueberlegung aber vermuthete er, daß von den Platten, welche von Kupfer waren, jede die Eigenschaft besäße, eine gewisse kleine Ladung Elektricität Einer Art leichter als die andere Art anzunehmen, und daß, wenn die Platten sich selbst überlassen blieben, sie diese ihre natürliche Elektricität zeigten. Durch sehr viele Versuche glaubte er, daß diese seine Vermuthung gar keinem Zweifel unterworfen wäre. Vorzüglich bestätigte dieselbe besonders folgender Versuch: Es wurde das Instrument mit negativer Elektricität geladen, und alsdann, ohne es

Digitized by Google

zu entladen, 24 Stunden stehen gelassen; 16 Bewegungen des Hebels brachten darauf das Elektrometer zum Divergiren mit positiver Elektricität.

Herr Bohnenberger *) hat ein einfaches Mittel angegeben, mit Hülfe einer trocknen Volta'schen Säule die Verstärkungszahl eines gegebenen Condensators der Elektricität zu finden. Man nehme nämlich eine elektrische Säule von etwa 1000 Doppelscheiben von Gold- und Silberpapier, und beobachte die größte Divergenz, welche sie an dem Elektrometer hervorbringt, welches man mit dem Condensator verbinden will. Diese betrage 10°. Hierauf setze man eine kleinere elektrische Säule aus so vielen Schichten desselben Gold- und Silberpapiers zusammen, als hinreichen, den Condensator bis zu einer Elektricität von mittlerer Spannung zu laden, daß er z. B. nach abgehobenem Deckel eine Elektricität von 10 bis 12° zeige, wenn das Elektrometer bis auf 20 oder 30° gehet. Gesetzt die Platten des Condensators bestehen aus Messing, und man habe 20 Doppelscheiben gebrauchet, um durch Berührung mit dem Ende der Säule, wo das Silber sichtbar ist, während der andere Pol ableitend berührt wurde, ihn so zu laden, daß das Elektrometer nach aufgehobenem Deckel des Condensators 16° zeige. Da die 20 Elektromotore, aus welchen bey diesem Verfahren die kleinere Säule besteht, ohne Condensator nur eine Spannung von $\frac{1}{5}$° hervorgebracht haben würden, indem 1000 Schichten 10° Spannung gaben, so ist die Elektricität durch den Condensator von $\frac{1}{5}$° auf 16°, oder von 1° auf 80° gebracht worden, und die gesuchte Vergrößerungszahl ist also 80.

Hätte man den Condensator durch die Berührung mit der Kupfer- oder Goldseite geladen, so wäre die Anzahl der Elektromotoren nur 19, und unter übrigens gleicher Voraussetzung die Vergrößerungszahl $= 84\frac{4}{19}$.

*) Gilbert's Annalen der Physik B. LIII. S. 365 f.

Digitized by Google

Nach der Beschaffenheit des Condensators und des Elektrometers wird man zuweilen stärkere, zuweilen schwächere Säulen anwenden müssen. Niemals muß man aber die Elektricität so stark machen, daß sich das Elektrometer der größten damit noch zu beobachtenden Spannung nähert, weil alsdann die Angabe desselben etwas unsicher ist. Ferner muß man einerley Gold- und Silberpapier gebrauchen, und die zu diesen Versuchen dienenden Säulen und Scheiben an einerley Ort aufbewahren. Zwischen verschiedenen Sorten von Gold- und Silberpapier finden sich beträchtliche Unterschiede, und besonders ist das Goldpapier, auf welches sogenanntes gemahlenes Metall aufgetragen ist, 5- bis 6mal schwächer, als dasjenige, welches durch aufgelegte Blätter von geschlagenem Metall zubereitet ist. Zu solchen Versuchen möchte wol am sichersten gewalztes Breslauer Zink N. 18 und Kupfer zu gebrauchen seyn.

Obgleich die Erfindung des Condensators der Elektricität überaus sinnreich ist, so haben doch mehrere Erfahrungen mit hinreichender Gewißheit gezeiget, daß der Gebrauch desselben, wie er auch eingerichtet seyn mag, unsicher ist, weil zufällige Umstände, die sich nicht leicht bestimmen lassen, auf die zu suchenden Resultate einen großen Einfluß haben.

Cyan s. Blausstoff.

D

Dämpfe (Zus. z. S. 230. f. Th. VI.). Herr Parrot *) hat sowohl gegen Dalton's Versuche, als auch gegen seine daraus gezogenen Folgen verschiedene Einwendungen gemacht, und behauptet, daß des Herrn Prof. Schmidt Methode, die Elasticität der Dämpfe zu bestimmen, die richtige sey. Herr Parrot glaubet, daß die Füllung von Dalton's Barometer verdächtig sey. Wenn man auch das Quecksilber noch so gut auskoche, so

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XVII. S. 82. ff.

Digitized by Google

könne man es doch in der Röhre nicht als durchaus luftfrey ansehen, denn das Hineingießen desselben in die Röhre bringe es in sehr genaue und umständliche Berührung mit der Luft, wo es Gelegenheit habe, sich damit zu verbinden, welches er durch einige Thatsachen zu erweisen suchet. Wenn man daher annehme, daß noch etwas Luft im Dalton'schen Barometer gewesen wäre, so mußte die Luft beym Neigen, d. h. bey Wiederherstellung des atmosphärischen Drucks, vom Quecksilber und noch mehr vom Wasser jedesmal verschluckt und beym Aufrechtstellen wieder frey werden. Wir müßten also voraussetzen, daß bey den nachherigen Anzeigen und Zahlen Dalton's sich immer eine beständige Größe befinde, die alle Resultate seiner Versuche erhöhe. Selbst Dalton müsse dies gefühlet haben; sonst hätte er seine Barometerröhre nicht erst nach dem Füllen graduirt. Wenn sein Torricellischer Raum wirklich luftleer gewesen sey, so hätte er sich eine beständige Lage seiner Röhre und eine constante Quecksilberhöhe im Gefäße verschaffen, und von da aus die Eintheilung auftragen müssen. Diese Vorsicht würde ihm aber nichts geholfen haben, wenn in seiner Röhre Luft gewesen wäre.

Was besonders seine Erwärmungsmethode betreffe, so sey diese äußerst fehlerhaft. Es erfordere gewiß mehrere Stunden, um dem innern Raume einer Glasröhre, besonders einer gewöhnlich dicken Barometerröhre, die Temperatur des umgebenden Mittels zu verschaffen. Es sey zwar dieses umgebende Mittel warmes Wasser gewesen; allein man müsse aber auch bedenken, daß das Wasservolumen eingeschränkt sey, daß die kältere Röhre die Temperatur des Ganzen erniedrigen mußte, daß die Barometerröhre gewöhnlich sehr dick sey, und daß, wenn z. B. Dalton ¼ Stunde Zeit ließ, um den Uebergang der Temperatur zuzulassen, die umgebende Flüssigkeit von außen, besonders bey beträchtlichen Temperaturunterschieden zwischen dem umgebenden Wasser und der Luft, erkalten müßte. Sollten Dalton's Versuche als Fundamental-

Digitized by Google

versuche anzusehen seyn, so mußte er zeigen, daß der Uebergang der Temperatur wirklich Statt fand.

Auch die Uebereinstimmung mit den Versuchen unter der Glocke der Luftpumpe beweise nichts; denn diese Methode habe Fehler, welche mit den des andern Dalton'schen Apparats ganz ähnliche Resultate liefern müßten. Beym Luftpumpenapparat finde nicht die Temperatur des siedenden Wassers in der Glocke, sondern nur in der Flasche statt. Die Erkältung von aussen, die sich durch den Niederschlag von Dampf zeige, lasse es nicht zu. Mithin sey hier in dem Raume, welcher die Temperatur haben sollte, in der die Elasticität gemessen werde, nicht die gehörige Temperatur, sondern eine geringere, wie in der Barometerröhre. Warum stellte Dalton nicht sein Thermometer in den Dampf unter der Glocke? Warum in heißes Wasser? Hieraus schließt Herr Parrot, daß Dalton's Verfahren bey weitem nicht fehlerfrey gewesen sey.

Obgleich diese Bemerkungen des Herrn Parrot allerdings berücksichtiget zu werden verdienen, so hat doch schon Herr Gilbert ganz richtig bemerket, daß sie in Dalton's Versuchen keinen sehr bedeutenden Fehler erzeuget haben mußten, indem diese Versuche mit den von andern Physikern auf ähnliche Art angestellten so genau, als man nur erwarten könne, übereinstimmten.

Auch hat Hr. Soldner *) aus Dalton's Resultaten seiner Versuche das allgemeine Gesetz derselben in einer einzigen Formel darzustellen sich bemüht, und zugleich gezeiget, daß Dalton bey seiner Arbeit so genau, als man es nur erwarten könne, verfahren habe. Setzt man die Expansivkraft beym Siedpunkte = E (30, 13 engliſ. Zolle), und bey der Temperatur r (nach Réaum.) = e, so ist die Formel des Herrn Soldner diese:

$$\log.e = \log.E - \frac{(280 - r)(80 - r)}{10280};$$

*) Gilbert's Annalen d. Physik B. XVII. S. 44. ff.

Digitized by Google

will man aber die Temperatur nach Fahrenheit nehmen, so setze man diese = f, und die Formel wird nach Herrn Soldner diese:

$$b.e = \log.E - \frac{(662 - f)(212 - f)}{52042}. \quad (A)$$

Herr Gilbert erinnerte aber gegen diese Formel, daß sie bey höhern Temperaturen mit Dalton's Tabelle nicht zusammenstimme, welches man doch wohl, wenn sie das wahre Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe durch die Wärme ausdrücken solle, verlangen könne. So gebe sie z. B. für Temperaturen von 257° und 512° Fahr. Expansivkräfte von 67″, 48 und 157″, 74 Quecksilberhöhe, welche die in Dalton's Tabelle angegebenen Höhen um ein Beträchtliches übertreffen.

Herr Soldner *) suchte nachher auch diesem Einwurfe zu begegnen, und entwickelte aus den Voraussetzungen, welche Dalton's Tabelle darstellte, so gut sie es zur möglichsten Annäherung verstatten wollten, diese Formel:

$$\log.\frac{e}{E} = 0,1365 . u \log.(1,3892 - 0,00253 . u) \quad (B),$$

wo u = r — 80° ist. Hierbey führet auch Herr Soldner an, daß selbst Herr la Place aus Dalton's Versuchen eine ähnliche Formel gezogen habe, welche auf Reaumürsche Grade gebracht diese Gestalt besitzet.

$$\log.\frac{e}{E} = u . 0,0193184 - u^2 . 0,0000977853.$$

Endlich sucht Herr Soldner die vom Herrn Parrot gemachten Einwürfe gegen Dalton's Verfahren zu widerlegen. Parrot hatte unter andern die Methode Dalton's mit der Luftpumpe getadelt, und behauptet, daß Dalton sein Thermometer unter der Glocke außerhalb des Wassers hätte anbringen müssen, um die Temperatur des Dampfes zu messen. Dagegen bemerket Soldner: man verstehe hier unter Expansivkraft nicht die Elasticität des

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 412. f.

Digitized by Google

einmal gebildeten Wasserdampfes, mit diesem verhalte es sich, bey Erhöhung der Temperatur, wie mit andern Luftarten); sondern man verstehe darunter die Kraft, mit welcher Wasser von einer gewissen Temperatur sich in Dämpf auflöse, oder unter welchem Drucke, als dem größten, dies noch von Statten gehe. Der einmal unter der Glocke aus dem Wasser aufgestiegene Dampf wirke nur barometrisch auf dieses Wasser, oder den neu aufsteigenden Dampf, es sey daher gleichgültig, welche Temperatur er habe. Folglich komme es auf die Temperatur des Wassers, und nicht auf die des Dampfes an, und mithin sey Dalton's Verfahren ganz richtig.

Herr Hofrath Mayer *), welcher ebenfalls Versuche über die Expansivkraft der Dämpfe anstellte, führet an, daß in Soldner's Formel (B) für $u = 162°,6$ die Expansivkraft e ebenfalls einen gewissen größten Werth erhalte, und hierauf wieder abnehme, so daß für $u = 625°$ der Werth von e gänzlich verschwinde. Vermöge der Natur der elastischen Dämpfe müsse aber die Expansivkraft derselben bey beständiger Vermehrung der Wärme immer mehr wachsen; es könne daher auch diese Formel das allgemeine Gesetz der Expansivkraft der Dämpfe nicht darstellen. Ja wenn $u > 625°$ würde, so erhielt man für die ausdehnende Kraft der Dämpfe einen negativen Werth, welches gegen die Beschaffenheit der elastischen Dämpfe streite. Inzwischen meint Herr Mayer, daß diese Widersprüche zum Theil ihren Grund in den Beobachtungen Dalton's haben möchten, bey welchen sich besonders für größere Temperaturen beträchtliche Fehler vorfänden, indem Herr Soldner bey Entwickelung seiner Formel auch diejenigen Glieder von Dalton's Reihe in Rechnung aufgenommen hätte, welche über den Wärmegrad von 80° Réaum. gehen, und welche Dalton blos durch die Interpolations-Methode gefunden habe. Diese Glieder seyen aber ohne Zweifel viel zu klein, obgleich Dalton

*) Commentationes Soc. Reg. scient. Gottingae ad an. 1808 et 1811. Comment. de lege vis elasticae vaporum.

Digitized by Google

sich bemühet habe, sie durch angestellte Beobachtungen mit dem Aether als wahr aufzustellen. Herrn Mayer scheint die Formel (A) des Herrn Soldner mehr mit den Beobachtungen des Herrn Dalton übereinzustimmen, welche er bis zur Temperatur von 80° Réaum. wirklich angestellet hat.

Da indessen alle bisher bekannte Formeln über das Gesetz der Expansivkraft der elastischen Dämpfe der Natur derselben bey weitem nicht entsprechen, so suchte Herr Mayer eine zu entwickeln, welche mit einer Reihe gut angestellter Versuche zusammenstimme, und sich zugleich auf einige physische Eigenschaften der Dämpfe gründe. Wenn ε jeden beliebigen Wärmegrad nach Réaum. und ε die Expansivkraft der Wasserdämpfe in Pariser Zollen ausgedruckt vorstellen, so ist nach Mayer

$$\log . \varepsilon = 4,2860 + \log . (213 + t) - \frac{1552,09}{213 + t}.$$

Folgende von ihm mitgetheilte Tafel zeigt die Uebereinstimmung der nach dieser Formel berechneten Resultate mit den angestellten Versuchen:

t	ε durch Rechnung	ε durch Versuch	Differenz
0°	0,21	0,19	— 0,01
10	0,48	0,43	— 0,05
20	0,99	0,90	— 0,09
30	1,94	1,93	— 0,01
40	3,62	3,64	+ 0,02
50	6,43	6,40	— 0,03
60	10,98	10,98	+ 0,00
70	18,07	17,92	— 0,15
80	28,10	28,00	— 0,10
85	35,91	35,39	— 0,52
90	44,50	43,77	— 0,73
95	54,77	54,18	— 0,59
100	67,00	67,00	— 0,00
105	81,44	80,95	— 0,49
110	98,43	100,72	+ 2,29

Digitized by Google

Bedeutet ferner δ die Dichtigkeit der elastischen Dämpfe, so fand Herr Mayor dieselbe nach dieser Formel

$$\delta = \frac{1}{v} \cdot \frac{\varepsilon}{213 + t},$$

wo der Coefficient $\frac{1}{v}$ aus der Erfahrung gefunden werden muß. Um die beständige Größe v zu finden, setze man $t = 80°$ Réaum. und $\varepsilon = 28$ Paris. Zoll = der Dichtigkeit der Dämpfe = 1, so erhält man

$$1 = \frac{1}{v} \cdot \frac{28}{213 + t} = \frac{1}{v} \cdot \frac{28}{293}, \text{ mithin}$$

$$v = \frac{28}{293} = 0{,}09556 \text{ und } \frac{1}{v} = \frac{293}{28} = 10{,}46428$$

Hieraus ergiebt sich für jeden andern Wärmegrad

$$\delta = 10{,}46428 \cdot \frac{\varepsilon}{213 + t}$$

Es sey z. B. $t = 100°$, so ist ε nach voriger Tafel 67 Zoll, mithin

$$\delta = 10{,}46428 \cdot \frac{67}{313} = 2{,}23.$$

Es ist daher die Dichtigkeit der Dämpfe für die Temperatur $t = 100°$ Réaum. mehr als um das Doppelte größer, als die Dichtigkeit derselben beym Siedpunkte des Wassers.

Herr Sharpe *) ist besonders auf die Dichtigkeit des Wasserdampfes bey zunehmender Temperatur aufmerksam gewesen, und hat hieraus die Zunahme der Elasticität desselben erkläret, ohne daß man nöthig hat, Aenderungen in Hinsicht seiner gebundenen Wärme anzunehmen. Er folgerte hieraus, daß das specifische Gewicht des Wasserdampfes seiner Elasticität, oder der Temperatur, bey welcher er gebildet werde, proportional sey. Er fand sein specifisches Gewicht

bey 32° Fahr.	0,0046
— 212° —	0,6896

*) Thomson's Annals of Philosophy. N. XIII. p. 11.

bey 252° Fahr. 1,3792
— 307° — 2,7584

In einer Sitzung des Instituts zu Paris, welche am 25. Nov. des Jahres 1811 statt hatte, las Herr Gay-Lussac einen kurzen Aufsatz über die Dichtigkeit der Dämpfe des Wassers, des Alkohols, des Schwefeläthers und des tropfbar flüssigen Schwefel-Alkohols vor, und versprach zugleich eine ausführliche Abhandlung über die Dichtigkeit und mehrere Eigenschaften der Dämpfe. Letztere ist aber bis jetzt noch nicht erschienen, ob es gleich allerdings zu wünschen wäre, von einem so genauen Experimentator, als Herr Gay-Lussac ist, neue Aufschlüsse in einer noch nicht genug bearbeiteten Naturerscheinung zu erhalten. Seine Methode, die er zur Auffindung der vorgelesenen Resultate erhalten hatte, ist von Biot in seinem traité de physique etc. beschrieben worden. Es nahm nämlich derselbe kleine Glaskügelchen, füllte sie mit Wasser, schmolz sie zu, und bestimmte ihren Inhalt durch das Gewicht. Diese ließ er in Barometerröhren aufsteigen, zersprengte sie durch Erwärmung, und maß nach völliger Verdampfung der Flüssigkeit die Dichtigkeit des Dampfes durch den Raum, welchen derselbe einnahm. Hiernach hatte Gay-Lussac folgende Resultate gefunden: Für einen Barometerstand von 0,76 Meters (28 Pariser Zoll), und für die Temperatur, in welcher das Wasser die größte Dichtigkeit hat, für Dämpfe, welche die Hitze des kochenden Wassers besitzen, ergab sich folgendes:

1. Ein Gramm Wasser nimmt in dem elastisch-flüssigen Zustande einen 1698mal so großen Raum als in dem tropfbar flüssigen ein, woraus folgt, daß sich die Dichtigkeit des Wasserdampfs zu der der Luft wie 10:16 verhält.

2. Ein Gramm. Alkohol vom specifischen Gewichte 0,8152 bey 9° des Centesiethermom. Wärme, kocht bey 79°, 7, und giebt 0,708 Litres Dampf; dieser Dampf ist folglich ungefähr 1,5mal dichter als Luft.

3. Ein Gramm tropfbarflüssiger Schwefel-Alkohol, welcher bey 45° kocht, gab 0,397 Litres Dampf; die

Digitized by Google

Dichtigkeit dieses Dampfes verhält sich also zu der der Luft wie 2,67 : 1.

4. Die Dichtigkeit der Dämpfe steht weder mit der Flüchtigkeit der tropfbaren Flüssigkeiten, aus welchen sie entstehn, noch mit ihrem specifischen Gewichte im Verhältnisse.

5. Indem kochender Alkohol in den elastisch-flüssigen Zustand übergeht, verschluckt er 0,436mal so viel Wärme, als Wasser unter gleichen Umständen latent macht; Terpentinöhl nur 0,226mal so viel als Wasser *).

Da dieser schwierige und wichtige Gegenstand von mehreren Seiten zu beleuchten von ungemein großem Interesse seyn muß, indem er nicht allein in der lebenden Natur die vorzüglichsten Erscheinungen in der Meteorologie hervorbringt, sondern auch vielfältig zu manchen wohlthätigen Zwecken der Menschheit angewendet werden kann, so unternahm es der Herr Prof. Munke, durch neuere Versuche, denselben zur größern Vollkommenheit zu bringen **). Er bemerket zuerst ganz richtig, daß man von der Methode des Herrn Gay-Lussac, welche von Biot beschrieben worden, keine ganz genauen Resultate zu erwarten habe. Die Kleinheit des Raumes, die Unbequemlichkeit, welche mit der Manipulation einer torricellischen Röhre verbunden ist, die Schwierigkeit, dieselbe völlig auszukochen, die Kraft, womit das Quecksilber einen Theil Wasser anzieht, und womit letzteres sich zwischen dem Glase und Metalle festsetzt, die Unsicherheit einer genauen Bestimmung der Temperatur, und endlich die Unmöglichkeit, kleine Antheile von Feuchtigkeit (selbst von der berührenden Hand) und Luft von dem Glaskügelchen bey seinem Aufsteigen durch das Quecksilber entfernt zu halten, können unmöglich den erwünschten Erfolg hervorbringen. Herr Munke hat dagegen zu seinen

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLV. S. 332.

**) Schweigger's Neues Journal d. Chemie und Physik. B. XXII. S. 1. u. f.

Digitized by Google

Versuchen folgende Vorrichtung gebraucht. Er nahm einen elliptischen gläsernen Ballon, der genau 155 Pariſ. Cubikzoll innern Raum enthielt; die messingene Fassung desselben konnte durch einen Hahn luftdicht verschlossen werden, und im Mittelpunkte des Ballons befand sich die Kugel eines empfindlichen Thermometers, nebst einem kleinen Heberbarometer, welches vollkommen ausgekocht war, und dessen offener Schenkel durch einen kleinen Wischer vor jedem Versuche sorgfältig gereiniget werden konnte. Dünne Glasröhrchen mit einer aufs allergenaueste gewogenen Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und zugeschmolzen, wurden an beyden Enden in Bleykugeln gefaßt, in den Ballon gelassen, dann derselbe auf einer Luftpumpe mit Kegelventilen, deren unteres durch ein Pedal gehoben wird, exantlirt, demnächst mit Luft, welche durch kaustisches Kali mehrere Tage ausgetrocknet war, bis nahe $\frac{1}{3}$ der mittleren Dichtigkeit der atmosphärischen Luft ein- oder mehreremal gefüllt, um alle Feuchtigkeit herauszubringen, und endlich bis auf 1, zuweilen 0,5 Lin. Differenz des Barometerstandes exantlirt, auch noch zu mehrerer Sicherheit eine hinlänglich lange Zeit vor dem Zersprengen des Röhrchens durch eine leichte Erschütterung hingestellt, um von dem luftdichten Schließen des Hahns völlig überzeugt zu seyn. Wenn nun gleich der Raum im Ballon als absolut leer angesehen werden konnte, so hielt es Herr Muncke doch für besser, den geringen Rest der darin gebliebenen Luft in Rechnung zu bringen. Auf diese Weise hatte er 28 genaue Versuche angestellt, um das Verhalten des Wasserdampfes und Weingeistdampfes, imgleichen der trockenen Luft hinsichtlich der Dichtigkeit und Ausdehnung derselben zu prüfen. Die Beschaffenheit des Apparats gewährte dabey den großen Vortheil, daß er denselben in verschiedenen Temperaturen, sowohl im kalten als auch geheizten Zimmer und in der Nähe des Ofens oder über einer Kohlpfanne mit Leichtigkeit gleichmäßig erwärmen und abkühlen, die Temperatur desselben aber genau durch das in seinem

Digitized by Google

Mittelpunkte befestigte Thermometer bestimmen, und vorzüglich jeden Versuch durch öftere Wiederholung genau controliren konnte. Daß die auf solche Art erhaltenen Resultate dennoch nicht bis auf eine unmerkliche Differenz übereinstimmten, beweisen die unüberwindlichen Schwierigkeiten dieser Untersuchung.

Was die Dichtigkeit des Wasserdampfs im Maximo betrifft, so suchte Herr Muncke durch mehrfachen Wechsel der Temperatur bey jeder einzelnen Beobachtung für die verschiedenen Mengen des eingeschlossenen Wassers denjenigen Punkt aufzufinden, wo die Flüssigkeit bis auf den letzten Antheil den Zustand der Tropfbarkeit verlor. Hierbey wurde er durch eben so langwierige als mühvolle Untersuchung überzeuget, daß es ausnehmend schwierig ist, diese Bestimmung in gehöriger Schärfe zu erhalten, indem leicht die erhöhete Temperatur zur größern Expansion des schon gebildeten Dampfes verwandt wird, oder die ersten Spuren des Niederschlags selbst dem schärfsten Auge entgehn. Eben deswegen waren die Bestimmungen für niedrigere Temperaturen als + 30° Reaum. aller angewandten Mühe ungeachtet für Wasser unmöglich. Funfzehn Versuche, zur Bestimmung der Dichtigkeit des Wasserdampfes angestellt, in welchen die Quantitäten des Wassers von 8,5 bis 60 differirten, dienten dazu, um mit Hülfe der oben angeführten Mayer'schen Formel das allgemeine Gesetz dieser Dichtigkeit aufzustellen. Aus allen Versuchen und zahlreichen Beobachtungen des Herrn Muncke folgt sowohl für Wasserdampf als auch für Weingeist- und Naphthadampf.

1. Die Dichtigkeit derselben ist im luftleeren und luftvollen Raume gleich; wobey besonders bemerkbar ist, daß nicht mehrerley Dämpfe neben einander weder in der atmosphärischen Luft, noch im Vacuo bestehen können, ohne zum Theil ausgeschieden (niedergeschlagen) zu werden. Zur genauen Bestimmung des Quantitativen der neben einander befindlichen Dämpfe, sofern sie zum Theil

Digitized by Google

mit einander in dem nämlichen Raume bestehen können, waren Herrn Muncke's Versuche nicht hinreichend.

2. Die Dämpfe haben jederzeit eine ihrer bestimmten Temperatur proportionale Elasticität, welche wir auch als eine Funktion der Dichtigkeit ansehen könnten, da diese letztere blos durch die Temperatur bedingt sey. Von einer Vermehrung oder Verminderung der Elasticität durch den Druck könne also gar nicht die Rede seyn, denn würde dieser durch atmosphärische Luft hervorgebracht, so wäre derselbe von gar keinem Einflusse nach 1; würde er aber durch Erhöhung der Temperatur oder durch Verminderung des Raumes erzeuget, so würde dies die in 1. und 2. aufgestellten Hauptgrundsätze aufheben.

3. Die Elasticität einer Mischung von Luft und Dampf ist der Summe der Elasticitäten beyder gleich, weniger einer geringen, aus den Versuchen schwer zu bestimmenden Größe. Wenn daher in ein mit Luft gefülltes Gefäß Wasserdampf gebracht wird, so muß ein seiner Elasticität proportionirter Theil Luft herausgetrieben werden, und wenn das Wasser siedet, so muß alle Luft, bis auf ein Minimum, entweichen. Dieser Satz steht im Widerspruche mit der Meinung derjenigen Physiker, die nach Dalton das Nebeneinanderbestehen gemischter expansibler Medien behaupten.

4. Die Dichtigkeit der Dämpfe läßt sich sehr gut durch die oben angeführte Mayer'sche Formel ausdrucken. Der Coefficient $\frac{1}{v}$ ist nach Muncke's unter einander genau harmonir. Versuchen für Wasserdampf = 0,0064106984 ....$(1 - wt)$, wo w eine sehr kleine Größe ist, welche blos bey sehr hohen (in der Natur vielleicht gar nicht vorkommenden) und bey sehr niedrigen Temperaturen Einfluß hat, bey mittleren Temperaturen aber füglich weggelassen werden kann. Die Versuche des Herrn Muncke zeigten zwar, daß dieser Coefficient berücksichtiget werden müsse, sie liegen aber nicht weit genug von einander, um aus ihnen die Constante aufzufinden. Für Alkoholdampf ist

Digitized by Google

$\frac{1}{v} = 0{,}016$, für Dampf von unreinem Schwefeläther in mittleren Temperaturen = 0,0020367, für die Dämpfe des reinen Aethers mit weit größerer Genauigkeit = 0,0179.

5. Nach den zahlreichen Versuchen des Herrn Muncke und nach einer Vergleichung anderer ihm bekannten ließ sich das Gesetz der Elasticität der Dämpfe durch keine bessere Formel, als durch die oben angeführte Mayer'sche darstellen.

6. Das Verhältniß der Dichtigkeit des Wasserdampfes und der atmosphärischen Luft ist mehr ein constantes, vorausgesetzt, daß beyde elastische Medien eine gleiche Temperatur und gleiche Elasticität besitzen. Saussure hatte dieses Verhältniß = 10:14, und Gay-Lussac = 10:16 angegeben. Nach 16 Versuchen und der darauf gegründeten Rechnung ist nach Herrn Muncke das Dichtigkeitsverhältniß des Wasserdampfs zur Luft für höhere Temperaturen wachsend, und zwar von — 30° bis 400° Réaum. um 0,0146, also für 1° = 0,000034, eine für nahe liegende Temperaturen verschwindende Größe, welche nicht füglich durch wenige Versuche unmittelbar gefunden werden kann. Für mittlere Temperaturen (12° Réaum.) setzt Herr Muncke das Verhältniß = 10:15,2.

Um mit Leichtigkeit bestimmen zu können, wie groß die jedesmalige Menge der in der Atmosphäre oder in einem bestimmten Raume enthaltenen Wasserdämpfe ist, dient nach Herrn Muncke folgende leichteste Art der Berechnung. Das constante Verhältniß gegen Luft ist für einen Barometerbestand von 28 Zollen bey 0 Temperatur bestimmt, mithin ist $\frac{\varepsilon}{28''}.0{,}6582$ diejenige Größe, wodurch die Dichtigkeit des Wasserdampfes gegen Luft bestimmt werden kann. Wird dann die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft nach dem jedesmaligen Barometerstande = b in Paris. Zollen und nach der Temperatur in Réaum. Graden corrigirt.

Digitized by Google

$$= \frac{b}{28(1+0{,}000218t)(1+0{,}0046875t')}$$ gesetzt,

wobey t die Temperatur des Thermometers am Barometer t' des Thermometers im Freyen bedeutet, und auf die anderweitigen Correctionen als verschwindende Größen keine Rücksicht genommen, so druckt

$$(0{,}0235z.\varepsilon) : \frac{b}{28(1+0{,}000218.t)(1+0{,}0046875.t')}$$

die Verhältnißzahl der Dichtigkeit des Wasserdampfs zur Luft aus, und erstere Größe von letzterer abgezogen giebt den vorhandenen Antheil trockener Luft. In der folgenden von Herrn Muncke entworfenen Tabelle sind für die beygesetzten Temperaturen die Werthe von ε berechnet worden: die fehlenden Glieder können, ohne merklichen Fehler, durch Interpolation eingeschoben werden.

t	ε	t	ε	t	ε
— 30°	— 0,0128	10°	— 0,478	35°	— 2,667
— 20°	— 0,0343	12	— 0,555	40	— 3,616
— 15	— 0,0561	14	— 0,644	45	— 4,848
— 10	— 0,0897	16	— 0,746	50	— 6,430
— 5	— 0,140	18	— 0,860	55	— 8,442
— 3	— 0,167	20	— 0,991	60	— 10,978
0	— 0,214	22	— 1,139	65	— 14,144
2	— 0,253	24	— 1,306	70	— 18,067
4	— 0,299	26	— 1,494	80	— 28,776
6	— 0,349	28	— 1,706	90	— 44,496
8	— 0,410	30	— 1,943	100	— 66,984

Ueberdem bemerket Herr Muncke noch, daß aus seinen Versuchen auch noch dies Gesetz hervorgehe, daß mehrere Arten Dampf in demselben Raume mit Luft gemischt ein kleineres Volumen ausmachen, als die Summe der einzelnen beträgt, eine Erscheinung, welche als Folge der gegenseitigen Anziehung oder vielmehr einer anzufangenden chemischen Verbindung anzusehen ist, zumal da in einem seiner Versuche unwidersprechlich folgte, daß mehr Dampf in einem luftvollen, als in einem luftleeren Raume aufgenommen werden kann.

Digitized by Google

Zuſ. z. S. 698. Th. I. Herr Gay-Luſſac *) hat bey der Verdampfung der Körper auf mehrere alltägliche Erfahrungen aufmerkſam gemacht, deren Urſache bisher noch nicht iſt erkläret worden. Man hatte allgemein behauptet, daß zur Erzeugung des Dampfes die atmoſphäriſche Luft gar nichts beytrage, ſondern vielmehr derſelben hinderlich ſey. Allein dieſe Frage, ob die Verdampfung der Körper ohne Zutritt der Luft einen wirklichen Fortgang haben könne? war noch nicht unterſuchet worden. Indeſſen konnte doch jeder die Erfahrung ſchon gemacht haben, daß, wenn man einen Körper in einem Gefäße erhitzt, welches mit der Luft in einer unmittelbaren Berührung, aber nur in einer ſehr geringen Verbindung ſteht, die Verdampfung deſſelben nicht merklich vor ſich geht, ſo lange er noch um einige Grade von ſeinem Siedpunkte entfernet iſt, da im Gegentheil derſelbe in dieſem Falle ſehr viel Dämpfe giebt, wenn die Luft freyen Zutritt zu ihm hat. Herr Gay-Luſſac führt mehrere Beyſpiele dieſer Art an, und bemerket, daß noch niemand verſuchet hat, auch nur ein einziges zu erklären, und noch weniger zu zeigen, daß ſie alle von einerley Urſache abhangen.

Salzſaures Kali läßt ſich Stunden lang im Fluſſe erhalten, ohne daß es merklich an Gewicht verliert, wenn die Luft an der Oberfläche der fließenden Maſſe ſich nicht leicht erneuern kann; iſt dieſes dagegen der Fall, ſo leidet es einen bedeutenden Verluſt. Gay-Luſſac nahm 30 Grammes dieſes Salzes, die ſtark ausgetrocknet waren, und ſchmelzte ſie in einem Platintiegel, der blos mit ſeinem Deckel, der nicht einmal genau ſchloß, bedeckt war; innerhalb 30 Minuten hatte die Maſſe nur 0gr, 085 am Gewichte verloren. Als er den Verſuch ohne Deckel wiederholte, war der Gewichtsverluſt, den ſie in derſelben Zeit litt, 0gr, 620; alſo 7mal ſo groß als im erſten Falle, ungeachtet das fließende Salz bey dem ſchnellen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXVII, S. 147. f.

Digitized by Google

Wechsel der Luft an der Oberfläche keine so hohe Temperatur als zuvor annehmen konnte. Sobald man den Deckel aufgesetzet hatte, waren durch die Ritzen, die am Rande des Tiegels blieben, keine Dämpfe mehr zu sehen; kaum aber wurde er abgehoben, so erschienen die Dämpfe in großer Menge.

Will man ferner wenig flüchtigen Salzen alles Wasser entziehen, so kann man solche wohl 30′ lang im Rothglühen erhalten, ohne zu befürchten, daß man durch Verdampfung einen Verlust erleide, wenn man nur den Tiegel recht genau bedeckt hat.

Eines der gemeinsten Beyspiele ist das mit der Verdampfung des Wassers. Es ist bekannt, daß Wasser an freyer Luft in jeder Temperatur verdunstet; allein es ist auch schon längst bekannt, daß, wenn es in einem Destillirgefäße eingeschlossen ist, welches nur durch eine kleine Oeffnung mit dem Recipienten, der selbst sehr groß seyn kann, in Verbindung steht, nur in so weit eine Destillation statt findet, als in dem Apparate ein Luftzug entstehen kann. Dies Beyspiel ist allen übrigen analog, und es ist daher hinreichend, um sie alle zu erklären, um die verschiedenen bekannten Umstände anzuführen, welche bey der Verwandlung des Wassers in Dämpfe statt finden.

Wenn unmittelbar auf der Oberfläche des Wassers eine Quecksilbersäule ruhet, so verwandelt es sich nicht eher in Dampf, als bis es eine Wärme erreichet hat, bey der die Elasticität des Dampfes den Druck derselben zu überwältigen vermag. In einem leeren Raume dagegen, so wie in der Luft und jedem andern Gas, verwandelt sich das Wasser in jeder Temperatur in Dampf, und man hat gefunden, und als Grundsatz festgesetzt, daß die Dichtigkeit des Wasserdampfs in einem leeren Raume, oder in einem Raume, der mit irgend einer elastischen Flüssigkeit angefüllt ist, welche auf den Wasserdampf nicht chemisch wirkt, einzig und allein von der Temperatur abhängt.

Digitized by Google

Diese Grundsätze erklären vollkommen, warum keine Verdampfung des Wassers unter dem Siedgrade desselben in einem ringsum beschränkten Raume statt findet, der zwar selbst mit Luft erfüllt ist, und in welchem daher das Wasser sich in Dampf verwandelt, der aber mit der äußern Luft, oder mit einem Recipienten nur durch eine kleine Oeffnung in Verbindung steht, welche die Erneuerung der Luft hindert, oder sehr erschwert. Hat nämlich der Dampf in jenem Raume seine ganze Dichtigkeit erlangt, so kann sich darin kein neuer bilden, wofern nicht neue Luft an die Stelle der vorigen, die gesättiget ist, tritt. Dasselbe ereignet sich mit dem salzsauren Kali, das in einem mittelmäßig bedeckten Tiegel nicht verdampft, dagegen bey freyem Zutritte der Luft stark verdampft.

Der Grundsatz, daß die Dämpfe eines Körpers an freyer Luft sich in jeder Temperatur bilden, und daß ihre Dichtigkeit lediglich von der Temperatur abhängt, findet auch bey Destillation eines Gemenges zweyer Körper, die in Flüchtigkeit nur wenig verschieden sind, ihre Anwendung, und erklärt, warum in diesem Falle der flüchtigere stets etwas von dem minderflüchtigen mit fortführt. Wenn z. B. Wasser und Alkohol als Gemenge erwärmt wird, und dasselbe zum Kochen kommt, so hat der Alkohol seine ganze Spannung, das Wasser dagegen nur einen Theil der Spannung, die es unter demselben Drucke bey einer höhern Temperatur anzunehmen fähig ist. Befände sich das Wasser allein in dem Destillirapparate, so würde es noch nicht übergehen können ohne Mitwirkung eines freyen Luftzuges, da es noch von seinem Siedpunkt entfernet ist. Da aber der damit gemengte Alkohol kocht, so entwickelt sich aus diesem ein Strom elastischer Flüssigkeit, der in seiner Wirkung auf den Wasserdampf die Stelle der Luft vertritt, und beyde Flüssigkeiten steigen mit einander über, nach Verhältnissen, welche von den Verhältnissen abhängen, worin sie gemengt waren. Hieraus sieht man, daß es nach diesem Prozeß unmöglich ist, sich wasserfreyen Alkohol zu verschaffen.

Digitized by Google

Noch hat Herr Leslie *) einige Thatsachen angeführt, welche besonders die Bildung der Dämpfe betreffen. Vermöge seiner Untersuchung fängt das Verhältniß der Verdunstung, so wie das Entweichen der Wärme aus den Körpern von der Beschaffenheit der Oberflächen ab; oder das Entweichen des Wassers durchs Verdunsten, und das Entweichen der Wärme von den Oberflächen der Körper stehet unter demselben Gesetze.

Das Wasser verdunstet am schnellsten von solchen Körpern, welche die Wärme am langsamsten fahren lassen; hiebey befolget das Verdunsten genau dasselbe Verhältniß, wie das Entweichen der Wärme. So verdunstet z. B. das Wasser von der Oberfläche des Glases, der Kohle, des Papiers ungleich schneller, als von der Oberfläche der Metalle. Diese Erscheinung führet zu der Vermuthung, daß vorzüglich die strahlende Wärme das Verdunsten veranlasse.

Auch fand Leslie in Hinsicht der Kapacität der Luft, den Wasserdampf zurückzuhalten, so wie die Temperatur zunimmt, ein von dem Dalton'schen etwas abweichendes Verhältniß. Nach ihm wird dies Verhältniß für jede 27 Grade Fahrenh. Wärme, um welche die Temperatur der Luft zunimmt, verdoppelt. Bey einer Temperatur von 32° vermag sie $\frac{1}{100}$ ihres Gewichts an Dämpfen zu erhalten, bey 59 Grad $\frac{1}{80}$, bey 86 Grad $\frac{1}{40}$, bey 113 Grad $\frac{1}{20}$, und bey 140 Grad $\frac{1}{10}$.

Vergleicht man dies mit Dalton's Angaben, so findet man, daß, nach diesen, die Menge des Wasserdampfes, welchen die Luft bey verschiedenen Temperaturen enthalten kann, in einem größern Verhältnisse zunimmt, als Leslie es gefunden hat.

Dammerde (Zus. z. S. 658. Th. I.). Der Herr Professor Schübler zu Hofwyl **) hat mit dieser Erde

*) A short account of experiments and instruments depending on the Relation of air to heat and moisture etc.

**) Gilbert's Annalen der Physik B. LI. S. 229. ff.

Digitized by Google

einige merkwürdige Untersuchungen angestellet, welche verdienen, hier angeführt zu werden.

Unter allen Körpern, welche als Bestandtheile der Ackererde vorzukommen pflegen, verschluckt und hält zurück die Pflanzenerde das meiste Wasser, und beynahe das Doppelte ihres Gewichtes, indem 100 Theile, 190 Theile Wasser zurückhielten, ohne es abtröpfeln zu lassen.

Herr Schübler schloß Pflanzenerde in einen mit atmosphärischer Luft angefüllten Raum 30 Tage lang ein, und fand, wie bereits schon der Herr von Humboldt angeführet hatte, daß sie im feuchten Zustande 20,3 Theile von Sauerstoff der atmosphärischen Luft einsaugte. Dies Verschlucken von Sauerstoff war aber bey den verschiedenen Erdarten keine wirkliche chemische Verbindung, indem Austrocknen und Erhöhung der Temperatur den Erden den eingesogegenen Sauerstoff wieder entzogen. Hatten sie aber gehörige Feuchtigkeit aus der Luft wieder erhalten, so verschluckten sie abermals Sauerstoff im eingeschlossenen Raume. Die Pflanzenerde zeigte jedoch in diesem Falle eine Ausnahme, indem sich ein Theil ihres Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff zu kohlensaurem Gas verband, und ihr einen Theil durch die Verdünstung entzog.

Trockne Erde mit einem Messer geschabt, zeigte, als man die losgetrennten Theile auf die Scheibe eines Elektrometers fallen ließ, negative Elektricität, selbst die Pflanzenerde nicht ausgenommen.

In dem galvanischen Verhalten unterscheidet sich die Pflanzenerde auf eine sehr merkwürdige Art von den übrigen Erden. Diese begeben sich insgesammt nach der negativen Seite, und allein die Pflanzenerde nach der positiven Seite der Säule. Herr Schübler brachte reine Pflanzenerde in verschiedenen Menstruis aufgelöst in die Kette der Säule, in bloßem Wasser, in Kalkwasser, in Wasser, das Kali oder Natron oder Gyps enthielt; und in allen diesen Versuchen schlug sich die Pflanzenerde um den positiven Pol in braunen Flocken nieder, und das oft in wenigen Minuten, während sich

Digitized by Google

die Alkalien und die Erden um den negativen Pol ansammleten.

Dampfmaschine (Zus. z. S. 667. Th. I.). In den neuern Zeiten hat man in der Verbesserung der Dampfmaschinen außerordentlich viel gethan, indem man vorzüglich darauf dachte, sie weniger kostspielig aufzubauen, ihren Gebrauch immer mehr für große Gefahren zu sichern, und auch selbige zur vortheilhaften Bewegung mehrerer menschlicher Verrichtungen anzuwenden, und sie folglich gemeinnütziger und vollkommener zu machen.

Die Herren Thomas und John Lean, die als Ober-Aufseher der in England befindlichen Dampfmaschinen angestellt waren, hatten merkliche Verbesserungen an selbigen angebracht. Die erste Verbesserung besteht darin, daß sie den Ort, wo die Feuerung geschah, statt ihn wie bisher dem Durchzuge der Luft offen zu lassen, verschlossen, und durch die verschlossene Wand Röhren leiteten, welche die nöthige Luft herbeybringen mußten. Das Einströmen der Luft konnte durch Hähne in den Röhren vermehret oder vermindert werden. Bey den bisherigen Einrichtungen der Dampfmaschinen gieng der Dampf unmittelbar von dem arbeitenden Cylinder in den Condensator oder auch wohl in die freye Luft. Die Herren Lean aber brachten statt dessen ein beliebig großes Gefäß, einen Dampfbehälter, an, worin sich der Dampf nach jedem Zuge verbreitet. Dieser Dampf wurde wieder entweder zur Bewegung einer andern Dampfmaschine oder zur Erwärmung von Flüssigen, oder zu andern Zwecken benutzt. Selbst der Rauch, die erhitzte Luft, und die übrigen Dünste, welche sonst durch den Schornstein in die freye Luft giengen, wird vermöge eigener dazu bestimmten Röhren zur Erhitzung des Kessels und Unterhaltung der Wärme des Dampfbehälters benutzt. Eine Vorrichtung, welche auch der Herr Gengembre in Paris bey der Dampfmaschine, welche die Streckwerke in der Pariser Münze treibt, angebracht hat a).

a) Annales de Chimie. T. LXIX. p. 189. f.

Digitized by Google

Da durch diese und noch mancherley andere Verbesserungen die Dampfmaschinen vor allen andern Maschinen, welche sonst zur Erhaltung gleicher Zwecke gebraucht waren, einen großen Vorzug gewährten, so dachten besonders die Engländer darauf, dieselben auch bey ihren so mannigfaltigen großen Fabriken zu Bewegungen bey manchen dabey nöthigen Verrichtungen mit Vortheil anzuwenden, ja sie sogar zur Fortbewegung der Schiffe, der Wagen u. s. f. zu benutzen. Allein hiebey fanden sich anfänglich manche Schwierigkeiten. Einer der ersten, welcher alle diese Schwierigkeiten wegzuräumen suchte, war der geschickte Mechaniker Herr von Reichenbach in München. Sein Plan war vorzüglich dahin gerichtet, die Dampfmaschinen nicht allein zu allen nöthigen Verrichtungen in Fabriken, Manufacturen, Werkstätten, Berg-, Hütten- und Hammerwerken, Salinen u. s. f., wo bisher Maschinen durch Kräfte von Menschen, von Thieren, von Gewichten, vom Wasser, von Wind und dgl. in Bewegung gebracht und darin erhalten waren, sondern auch selbst für das gemeine Leben, namentlich in der Landwirthschaft und beym Fuhrwesen, und zwar nicht etwa auf eisernen und hölzernen Kunstbahnen, sondern sogar auf allen Straßen anwendbar zu machen. Zur Erreichung dieser Zwecke mußten aber von ihm folgende nicht leichte Aufgaben gelöset werden:

1. Er mußte den Dampfkessel und Dampfcylinder in den möglichst kleinsten Raum bringen, und zwar unbeschadet ihrer Wirksamkeit.

2. Er mußte die ganze Vorrichtung tragbar und fahrbar machen.

3. Er mußte ihr eine einfache Einrichtung geben, daß sie von jedem gemeinen Arbeiter verstanden, gehörig behandelt und im beständigen Gange erhalten werden konnte.

4. Auch mußte man sie ohne zu große Kosten anschaffen, mit geringem Aufwande von Brennmaterial in Bewegung setzen, und eben so darin erhalten können.

Digitized by Google

Sollte eine Dampfmaschine diesen Erfordernissen genugthun; so müßte dem Dampfkessel eine besondere Einrichtung und Form gegeben werden, welche es unmöglich machte, während er selbst z. B. auf einem Fuhrwerke dem heftigsten Rütteln und Stoße ausgesetzet wäre, das Kochen des Wassers zu stören, oder dem Dampfcylinder Wasser, statt der Dämpfe zuzuführen, so müßte mit Ausschluß von allem kalten Wasser die Verdichtung der Dämpfe hinwegfallen, so müßte der Steuerung die größte Einfachheit gegeben werden, so müßte selbst keine besondere Vorrichtung mehr nöthig seyn, um die Stempelstange in der Richtung der Axe des Dampfcylinders auf- und abzubewegen, so müßte der Dampfkessel selbst sicher genug gebaut werden können, um alle Gefahr des Zerspringens zu entfernen, und so müßte auch letzterer seine Füllung durch eine einfache eigene Art erhalten.

Der Herr von Reichenbach glaubte alle diese Schwierigkeiten überwunden zu haben *). Allein der Herr Jos. von Baader führte dagegen an, daß man in England, wo man alles mögliche bereits versucht habe, was man mit Hülfe der Elasticität der Dämpfe auszurichten im Stande sey, ebenfalls auf die Idee gekommen sey, diese wirksamste, bequemste und wohlfeilste unter allen Bewegungskräften, auf das Fuhrwerk und auf andere in der Landwirthschaft nöthige Verrichtungen anzuwenden. Man sey aber überzeuget worden, daß die Anwendung der Dampfmaschine auf das gewöhnliche Fuhrwerk schwerlich erhalten werden könne. Der Herr Trevithik in England war besonders auf den Gedanken gekommen, den luftleeren Raum, oder die Verdichtung der Dämpfe durch kaltes Wasser, worauf bisher die Wirkung der Dampfmaschine hauptsächlich beruhete, gänzlich aufzugeben, dem auf den Kolben wirkenden Dampfe, dessen ausdehnende Kraft bisher den gewöhnlichen Druck der Atmosphäre nur etwas weniges übertraf, eine beträchtlich

*) Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XVIII. S. 269. ff.

Digitized by Google

höhere Elasticität von 6 bis 8 Atmosphären zu verschaffen. Wenn alsdann der Dampf gewirkt hatte, so mußte er aus dem Cylinder in die freye Luft überströmen, mithin mußte die Wirkung der Maschine auf das Uebergewicht der elastischen Kraft des Wasserdampfs über den gewöhnlichen Druck der Luft begründet werden. Da nun auf solche Art der Aufwand und die Einwirkung des kalten Wassers mit dem ganzen Condensations-Apparate und der sogenannten Luftpumpe wegfiel, und dem Cylinder bey der erhöheten elastischen Kraft des Dampfes kleinere Dimensionen gegeben werden konnten, so gewann die Maschine allerdings an Einfachheit, an Umfang und an Gewicht. Allein der Hauptzweck des Herrn Trevithick, die Dampfmaschine so leicht und compendiös zu machen, daß sie statt der Pferde zum Fortschaffen eines Wagens auf gewöhnlichen Straßen angewendet werden könnte, konnte nicht in Erfüllung gebracht werden. Indessen verfiel man mehrere Jahre hernach darauf, die Dampfmaschinen zur Bewegung der Schiffe und der Wagen auf Eisenbahnen anzuwenden, wobey die Maschinen mit verstärkter und erhöheter Elasticität des Dampfes wegen ihres geringen Gewichtes und Umfanges vorgezogen wurden.

Um nun bey solchen Maschinen die vermehrte und verstärkte Elasticität zu erhalten, ließ Herr Trevithick das Sicherheitsventil einschließen und verdecken, daß niemand dazu kommen, und das darauf wirkende Gewicht über die Absicht des Maschinenbaues hinaus vermehren konnte. Dann erfand er die gebogene mit Quecksilber angefüllte Röhre. Das Quecksilber kann mit Genauigkeit auf jeden Druck, den man beabsichtiget, berechnet werden, und muß durch den Druck der Dämpfe, unfehlbar herausgeschlagen werden, wenn der Druck auf die Fläche auch nur um ein Pfund vermehrt wird. Ferner ließ er Löcher in den Kessel bis zu einer gewissen Höhe über den Boden bohren, und sie mit Bley ausgießen, welches schmelzen muß, wenn durch ein zu sehr verstärktes Feuer der Kessel trocken kocht, oder glühend wird. — Indessen

Digitized by Google

sind alle diese Mittel zur Verhütung eines Unglücks nicht zureichend. Daher hat man nachher in England noch andere und darunter auch das vorgeschlagen, in den Kessel Oeffnungen zu machen, und solche mit einer Metallcomposition auszufüllen, die bey einem beständigen Wärmegrade schmelzbar ist, um jedes Unglück zu vermeiden.

Zu den neuern Mitteln, die Gefahr des Zerspringens des Kessels nicht allein zu verhüten, sondern auch eine ungemein hohe Expansivkraft des Dampfes hervorzubringen und dabey zugleich wenig Feuermaterial zu gebrauchen, gehören vorzüglich die Woolf'schen Patent-Kessel. Herr Woolf *) hat nämlich die bisherigen ungeheuren großen Dampfkessel gänzlich verworfen, und dagegen mehrere mit einander verbundene Röhren von verschiedenen Durchmessern eingeführet. Diese Zusammensetzung von Röhren hat vor den gewöhnlichen voluminösen Dampfkesseln den Vorzug, daß dieselbe einen weit geringern Raum erfordert, verhältnißmäßig gegen Kessel von gleicher Wirkung nur wenig Wasser enthält, dem Feuer eine verhältnißmäßig größere Oberfläche verbietet, und eine viel größere Sicherheit gegen das Zerspringen gewähret, als selbst der allerstärkste Dampfkessel, so daß vermittelst dieser Verbindung mit Röhren ohne die mindeste Gefahr eine Dampfmaschine auch mit gesteigertem Drucke betrieben werden kann. Auch bemerket Herr Woolf, daß sich seine Vorrichtung selbst auf die länglichen Kessel, welche bey den Dampfmaschinen im Gebrauche sind, mit gutem Erfolge anwenden lasse. Er zeiget, wie dies durch eine Reihe von Röhren bewerkstelliget werden könne, welche man horizontal unter dem länglichen Kessel anbringt und mit ihm verbindet. Auf diese Art lasse sich die Kraft des Dampfes in einer Maschine beträchtlich vergrößern, und die Erzeugung desselben im Kessel beschleunigen, ohne ihn aber doch bis zu demjenigen hohen Grad von Hitze zu steigern, welchen aus bloßen Röhren bestehende Kessel auszuhalten vermöchten.

*) *Tilloch's* Philosoph. Magzi. Vol. XLVI.

Digitized by Google

Ueberdem hat Herr Woolf eine Vorrichtung aufgefunden, durch welche die Temperatur des Cylinders einer Dampfmaschine, in welchem das Kolbenspiel geschiehet, sich zu jeder beliebigen Temperatur erheben läßt, ohne daß man Dampf aus dem Kessel in irgend einen ihn umgebenden Behälter treten läßt, welches bey Dampf von hoher Temperatur immer mit der Gefahr einer Explosion verbunden ist. In diesen Behälter thut Herr Woolf Oehl, oder thierisches Fett, oder Wachs, oder einen andern solchen Körper, dessen Schmelzpunkt unter der Temperatur, die der Dampf haben soll, liegt, und welcher in dieser Hitze nicht verfliegt; oder er füllt den Cylinder-Futteral mit Quecksilber oder mit einer Metallmischung, z. B. aus Zinn, Wismuth und Bley, welche in einer geringern Hitze schmelzt, als die, mit der man den Dampf in Arbeit zu setzen Willens ist, und bildet diesen den Cylinder umgebenden Behälter so, daß das Oehl oder andere Körper, womit er angefüllt ist, nicht blos mit den Seiten, sondern auch mit dem Boden und der Decke des Cylinders in Berührung stehen, so daß dieser so viel wie möglich in derselben gleichförmigen Temperatur erhalten werde. Diese Temperatur unterhält er durch ein Feuer, welches unmittelbar unter oder um den Behälter brennt, oder dadurch, daß er ihn mit abgesonderten Gefäßen verbindet, welche mit Oehl ꝛc. gefüllt sind, und in der erforderlichen Temperatur erhalten werden.

Durch diese Art, die Cylinder zu erhitzen, erlangt er die Vortheile: 1. nicht nöthig zu haben, sie mit Dämpfen von hoher Expansivkraft zu umgeben, um sie in der nöthigen Temperatur zu erhalten: und 2. mit Dampf, dessen Temperatur verhältnißmäßig gering ist, ja mit bloßem Wasser, das in die Dampfgefäße gebracht wird, die volle Wirkung des Dampfs von hoher Temperatur zu bekommen, ohne im geringsten die Gefahr zu laufen, mit welcher der Gebrauch dieses Dampfs, durch Springen des Kessels oder anderer Theile der Maschine, stets verbunden ist.

Digitized by Google

Noch eine andere Verbesserung, welche Woolf in den Dampfmaschinen angebracht hat, besteht darin, daß er den Dampf möglichst verhindert, von der Seite des Kolbens, auf welche er drückt, nach der entgegengesetzten, die mit dem Condensator in Verbindung ist, hinüber zu bringen. In Maschinen von doppelter Wirkung verhindert er dies durch Quecksilber oder flüssige Metalle, die über dem Kolben in einer Höhe stehen, bey der sie dem Druck der Luft oder der Dämpfe das Gleichgewicht halten. Tritt der Dampf unter einen solchen Kolben und hebt ihn, so verhindert ihn die Metallsäule von gleichem oder größerm Druck neben dem Kolben vorbey nach der obern Seite zu schlüpfen, und bey dem Herabdrucken des Kolbens kann kein Dampf eher hindurch, als nicht alles flüssige Metall hindurch gepreßt worden ist. Eine Maschine von einfacher Wirkung bedarf nur einer viel kleinern Metallhöhe über dem Kolben, da in ihr der Dampf nur auf die obere Fläche des Kolbens druckt. In ihr reichen daher Oehl, Wachs und ähnliche Stoffe zu dieser Absicht aus, wenn man sie in gehöriger Menge nimmt. Damit die flüssigen Metalle, welche mit dem Kolben gebrauchet werden, sich nicht oxydiren, werden sie mit etwas Oehl oder einem ähnlichen Körper übergossen, damit die äußere Luft von ihnen abgehalten wird.

Herr Woolf hat auf diese Art mehrere Dampfmaschinen mit glücklichem Erfolge erbauet, ohne befürchten zu dürfen, daß ein Theil derselben durch zu große Expansivkraft der Dämpfe zersprenge.

Im Jahre 1811 hatte der Herr Graf von Bouquoi den Vorschlag gemacht, Dampfmaschinen von Holz zu bauen, welchen er auch zu Rathhaus, 4 Meilen von Töplitz glücklich ausgeführt hat. Diese Maschine, welche zum Auspumpen der Grubenwasser aus einem Steinkohlenbergwerke gebrauchet wird, hat keine Steuerung, und erfordert zur Regierung der Pipen, zum Schüren des Feuers und zum Aufschütten von kaltem Wasser nur zwey schwache Personen. Der Holzverbrauch während 12 Stun-

Digitized by Google

den Arbeit stieg nie über $\frac{1}{8}$ Klafter weiches Holz. In jeder Minute hob die Maschine 6 mal einen 10 Zentner schweren Klotz, jedesmal 18 Zoll hoch.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIII. S. 102. ff. B. LIV. S. 96. f. B. LV. S. 277. f. Poppe Encyclopädie des ges. Maschinenwesens. Th. VII. Artik. Dampfmaschinen.

Destillation (Zus. z. S. 675. Th. 1.). Um mit einerley Brennmaterial bey Destillationen, mehr, als bisher geschehen ist, zu bewirken, hat Herr Smithson Tennant *) einen doppelten Destillirapparat angegeben. Die Schlangenröhre einer gewöhnlichen Branntweinblase wird nämlich bekannter Maaßen durch ein Kühlfaß geleitet. Dieses Kühlfaß ist aber vollkommen luftdicht, und hat gleichfalls die Einrichtung einer Branntweinblase. So wie es nun in der ersten Blase zu kochen anfängt, so wird der sich entwickelnde Dampf vermittelst dazu angebrachter und mit Hähnen versehener Röhren in die zweyte Blase gelassen. An dieser andern Blase ist ein Hahn angebracht, durch welchen die Luft mittelst der in selbige geleiteten Dämpfe ausgetrieben wird. Ist nun dieser Zweck erreicht, so verschließt man sowohl die Hähne der Röhren, durch welche der Dampf aus der ersten Blase in die andere überströmte, als auch den, durch welchen die Luft ausgetrieben wurde. Auf diese Art ist in beyden Blasen eine gehörige Luftverdünnung erfolget, und die Dampfentwickelung erfolget bey einer niedrigern Natur; daher reicht die Wärme, die sich aus der Schlangenröhre beym Uebergange der in der ersten Blase entwickelten Dämpfe entwickelt, hin, die Destillation der in der zweyten Blase sich befindlichen Flüssigkeit zu bewirken, und zu unterhalten.

Im Jahre 1813 erhielt der Branntweinbrenner Parkinson, in Kingston ein Patent, für eine Vorrichtung, alle Unglücksfälle und schlimme Ereignisse beym Destilli-

*) Philosoph. Transact. for 1814. Part. II.

Digitized by Google

ren zu vermeiden. Es wird nämlich um die Destillirblase ein löffelförmig gestalteter Rand mit Schnellloth angelöthet und angenietet, welcher sich in eine Mündung endiget, unter welcher eine Kufe zum Auffangen der Flüssigkeit stehet.

Sollte durch irgend einen Zufall die Blase zerspringen, und der Branntwein auslaufen, so kann er nicht in das Feuer fließen, sondern begiebt sich in den löffelförmigen Kranz, welcher die Blase ringsum umgiebt, und läuft nun aus diesem in das zum Auffangen untergestellte Gefäß.

Aehnliche Vorrichtungen lassen sich bey Siedekesseln anbringen, in welchen Oehl, Seiffe, Firnisse u. dgl. gekocht werden, wodurch manche Gefahr verhütet werden kann.

M. s. Klaproth's und Wolff's Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche. B. I. S. 591. f.

Diamant (Zus. z. S. 252. Th. VI.). Die Herren Biot und Arrago *), hatten aus ihren Versuchen über das Brechungsvermögen mehrerer Körper gefunden, daß die Brechung in denjenigen Körpern am stärksten ist, in welchen der Wasserstoff vorherrscht, dagegen geringer in denen, wo der Kohlenstoff vorsticht, und in solchen am kleinsten, wo der Sauerstoff die größte Menge ausmacht. Hievon machte aber der Diamant eine große Ausnahme, und daher schlossen die Herren Biot und Arrago, daß der Diamant kein reiner Kohlenstoff sey, wie man bisher geglaubet hat; vielmehr deute sein großes Brechungsvermögen auf Anwesenheit vom Wasserstoffe, einem Stoffe, welcher das Licht von allen am stärksten breche; und zwar müsse über $\frac{1}{5}$ der Masse des Diamanten aus Wasserstoff bestehen. Die Herren Biot und Arrago wünschen daher, daß die Zerlegung des Diamanten durch einen directen Versuch mit aller der Vorsicht wiederholet werden möchte, welche die Vermuthung, daß er Wasserstoff in seiner Mischung enthalte, nothwendig zu machen scheine.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 384.

Digitized by Google

Der Herr Guyton de Morveau *), der bereits im Jahre 1799 durch seine Versuche bewiesen zu haben glaubte, daß der Diamant reiner Kohlenstoff sey, erhielt den Auftrag, von neuem Versuche mit Diamanten anzustellen, die er auch in Gemeinschaft mit den Herren Hachette und Clement ausgeführet hat. Ehe sie aber bekannt gemacht wurden, hatten unterdessen die Herren Allen und Pepys **) zu London mit demselben Gegenstande sich beschäftiget und ihre Resultate dem publico mitgetheilt. Das Verbrennen des Diamanten geschah in einer Platinröhre, welche durch einen kleinen Ofen gieng, und in die der Diamant auf einem Gleiter von Platin liegend hineingeschoben wurde. Vermittelst zweyer anderer Vorrichtungen konnten gewisse bestimmte Maaße Sauerstoffgas durch die Röhre hin und her gelassen werden. In diesem Apparate haben die Herren Allen und Pepys nach einander verbrannt Holzkohle, Diamant, Coaks oder verkohlte Steinkohlen und Reißbley. Folgendes sind die Resultate, wie sie sie berechnen, erstens aus der Menge des erzeugten kohlensauren Gas, und zweytens aus der Menge des verzehrten Sauerstoffgas. Von diesen verbrennlichen Körpern wurden verzehrt, indem dadurch, dem Gewichte nach, 100 Theile kohlensaures Gas entstanden, folgende Gewichtstheile:

von		nach 1	nach 2
Holzkohle		27,92	28,77
Diamant	Versuch 1	28,95	28,81
	Versuch 2	28,82	28,72
Coaks		28,20	28,27
Reißbley		28,46	28,46
das Mittel ist		28,67	28,60

Hiernach enthalten also 100 Theile kohlensaures Gas dem Gewichte nach stets 28,60 Theile Kohlenstoff. Auch haben die Herren Allen und Pepys des Herrn Lavoisier

*) Annales de Chimie. To. LXV. p. 84. sqq.

**) Philosoph. Transact. for 1807.

Digitized by Google

Aussage bestätiget gefunden, daß beym Verbrennen von Kohle in Sauerstoffgas das Volumen des Gas unverändert bleibt. Ferner haben sie beym Verbrennen der Kohle in der Platinröhre, während diese weiß glühete, in den gläsernen Vorstößen keine Spur von Flamme auch nicht das geringste Zeichen von Feuchtigkeit wahrgenommen. Hieraus ließ sich also durchaus auf keine Gegenwart des Wasserstoffs im Diamanten schließen.

Herr Herm. Davy hatte darauf, daß der Diamant ein Nichtleiter der Elektricität ist, und auf die Wirkung, welche das Kalium auf ihn äußert, die Vermuthung gegründet, daß er zusammengesetzet sey aus Kohlenstoff und wenig Sauerstoff; nachher hatte er den Gedanken geäußert, der Diamant sey vielleicht eine Verbindung von Kohlenstoff mit irgend noch einem unbekannten, sehr feinen elementären Körper, welcher zu der Klasse der Unterhalter des Verbrennens gehöre.

Endlich aber wünschte doch Herr Davy *) noch einmal Gelegenheit zu finden, vergleichende Versuche mit dem Diamanten und mit Körpern anzustellen, welche Kohlenstoff enthalten, und dieser Wunsch war ihm besonders durch die Entdeckung der Jodine noch lebhafter geworden. Im März und Aprill des Jahres 1814, als er sich zu Florenz aufhielt, fieng er seine Versuche über das Verbrennen mit Diamanten und mit Reißbley mittelst desselben großen Brennglases an, womit der Großherzog Cosmus von Toscana zum ersten Male die Wirkung des Sonnenlichtes auf den Diamanten anstellen ließ, und setzte sie nachher in Rom fort. Das Sauerstoffgas, welches er zu diesen Versuchen gebrauchte, war aus so genannten überoxidirt-salzsaurem Kali bereitet. Mit diesem Gase füllte er recht trockene mit Hähnen versehene Glaskugeln von dünnem Glase, welche 14 bis 40 Cubikzoll Gas fassen konnten. Der Diamant wurde auf ein kleines Schälchen aus Platin, welches wie ein Sieb durchlöchert war,

*) Philosoph. Transact. for 1814. P. I.

Digitized by Google

gelegt, und dieses an den Hahn der Glaskugel befestiget. Die Absorption des Gases wurde mittelst einer kleinen Glasröhre gemessen, welche auf das Hahnstück der Glaskugel fest geschroben wurde. Sie war graduirt und in Queckſilber getaucht. War nun der Diamant einmal durchs Brennglas entzündet worden, so brannte er einige Zeit fort, selbst nachdem das Brennglas hinweggenommen war, ja er schmolz sogar einen Platindraht, mit welchem die Schaale befestigt war, und zwar einige Zeit nachher, nachdem der Diamant aus dem Brennpunkte der Linse herausgenommen worden. Das Licht, was er beym Verbrennen verbreitete, war so glänzend roth, daß man es selbst mitten im Sonnenlichte sah. Während des Verbrennens der Diamanten wurde auch nicht die geringste Feuchtigkeit abgesetzt, und die Verminderung des Gasvolumens war kaum bemerkbar. Es wurde nichts weiter als kohlensaures Gas gebildet, welches in allen seinen Eigenschaften vollkommen mit dem gewöhnlichen kohlensauren Gas übereinstimmte.

Wenn Reißbley unter ähnlichen Umständen verbrannt wurde, so bildete sich auch Feuchtigkeit, und das Gasvolumen erlitt eine bedeutende Verminderung, welches einigen Antheil am Wasserstoff als Bestandtheil des Reißbleyes anzeigte. Zwey Gran vorher geglühetes Reißbley in eine Glaskugel, welche 8½ Cubikzoll Sauerstoffgas enthielt, auf die Platinschale gebracht, verbrannte nicht ganz zur Hälfte, und während des Verbrennens verdunkelte sich das Gas und setzte sich eine Menge Feuchtigkeit an der innern Wand der Kugel ab. Nachdem nun die Kugel auf ihre vorige Temperatur wieder zurückgekommen war, und der Hahn über Queckſilber geöffnet wurde, drangen 96,6 Gran Queckſilber hinein, und an den Wänden der Kugel zeigten sich Wassertropfen. Da hierbey aber etwas Eisenoxyd als Rückstand blieb, so ließ sich nicht ganz die Absorption des Sauerstoffgases zur Bildung des Wassers zuschreiben.

Digitized by Google

Terpentinöhl-Kohle brannte ganz ab, und ließ gar keinen Rückstand, dabey wurde aber eine größere Menge Wasser gebildet, und es fand eine weit bedeutendere Verminderung des Gasvolumens statt, als bey dem Reißbley. Bey Verbrennung von 3 Gran dieser Kohle war das Volumen des absorbirten Gases gleich einem Raume, den 107,5 Gran Queckſilber einnehmen.

Alkoholkohle, welche während der Aetherbereitung gebildet worden, ließ eine kleine Menge eines weißen Rückstandes, welcher wahrscheinlich von der Unreinigkeit der Schwefelsäure, welche zu diesem Prozesse angewandt wurde, herrührte. Hiebey wurde aber noch mehr Wasser erzeuget, und fand eine größere Absorbtion des Sauerstoffgases statt. Bey 2,5 Gran solcher Kohle betrug sie so viel als der Raum, den 194,5 Gran Queckſilber einnehmen.

Eichenholzkohle hinterließ eine weiße Asche, welche größtentheils aus kohlensaurem Kalk bestand. Während des Verbrennens derselben wurde die größte Menge Wasser gebildet, und es fand die größte Absorbtion statt. Bey 5 Gran solcher Kohle betrug sie so viel als der Raum beträgt, den 513,3 Queckſilber einnehmen.

Die allgemeinen Resultate dieser Versuche, sagt Herr Davy, widersprechen der Meinung, daß die gewöhnliche Kohle sich von dem Diamanten durch einen Antheil Sauerstoff unterscheide; denn wenn dem so wäre, so müßte sich beym Verbrennen der Raum des Sauerstoffgases nicht vermindern, sondern vermehren. Eben so wenig günstig sind sie der Annahme, daß der Diamant Sauerstoff enthalte; denn die Mengen des kohlensauren Gases, welche sich beym Verbrennen des Diamanten und der Kohle erzeugen, sind nicht um mehr verschieden, als sie vermöge der Wasserbildung seyn müssen, die beym Verbrennen der gewöhnlichen Kohle statt findet; und die Erscheinungen, welche sich beym Einwirken von Kalium auf den Diamanten zeigten, lassen sich aus andern Umständen erklären.

Die einzige chemische Verschiedenheit, welche sich zwischen dem Diamant und der reinen Kohle auffinden läßt,

Digitized by Google

ist nach Herrn Davy, daß diese eine geringe Menge Wasserstoff enthält. Auch durch das Glühen kohlenartiger Körper in der Chlorine läßt sich nachweisen, worin die eigentliche Natur der chemischen Verschiedenheit des Diamants und dieser Körper bestehet. Erhitzt man gut gebrannte gewöhnliche Kohle oder Reißbley stark in Chlorine, so zeigen sich unmittelbar weiße Dämpfe, welche durch Bildung von salzsaurem Gas mittelst ihres Wasserstoffs entstehen. Der Diamant zeigt dagegen keine ähnliche Wirkung. Herr Davy hatte einen kleinen Diamanten, der 0,45 Grain wog, in Chlorinegas mittelst des großen Brennglases des Museums zu Florenz über eine halbe Stunde lang im heftigsten Glühen erhalten; das Gas litt aber keine Veränderung, der Diamant verlor nichts an Gewicht, und sein Ansehen veränderte sich nicht im geringsten.

Kohle, welche in Chlorine im heftigen Glühen erhalten wurde, veränderte sich dadurch weder in ihrem elektrischen Leitungsvermögen, noch in ihrer Farbe. Dieser Umstand begünstigt nach Herrn Davy die Meinung derjenigen, welche glauben, daß die geringe Menge von Wasserstoff, welche jede Kohle enthält, nicht die Ursache der großen Verschiedenheit seyn kann, die zwischen den physikalischen Eigenschaften der Diamante und der Kohle statt findet.

Endlich wurde noch vom Herrn Pepys der Diamant der Wirkung der großen Childern'schen galvanischen Batterie ausgesetzet. Wenn ja noch einige Ungewißheit über die Natur des Diamanten übrig bleiben sollte, so glaubte Pepys, daß sich durch diese Batterie ein sogenanntes experimentum crucis für diesen Gegenstand müsse erhalten lassen.

Zu dem Ende bog er einen Draht, aus reinem weichen Eisen in seiner Mitte in eine Knie, und machte an dieser Stelle nach der Länge desselben einen ihn theilenden Einschnitt mit einer sehr feinen Säge. In diese Oeffnung brachte er Diamantstaub, und erhielt ihn darin

Digitized by Google

mittelst zweyer feinerer Drähte, deren einen er unter und deren andern er über den Einschnitt legte, worauf er sie mit einem dünnen Drahte wie eine Rolle so dicht umwickelte, daß sie sich nicht verschieben konnten. Auch alle diese Drähte bestanden aus weichem sehr reinen Eisen. Der Theil, welcher den Diamantstaub in sich schloß, wurde mit dünnen Talkblättern umwickelt, und dann der so zubereitete Draht in den Kreis der großen Batterie gebracht. Er kam bald zum Rothglühen, und wurde 6 Minuten lang darin erhalten; jedoch hatte das Glühen so wenig Stärke, daß die mehresten der Umstehenden keinen entscheidenden Erfolg erwarteten. Als aber Herr Pepys den Draht öffnete, fand sich, daß das Diamantpulver gänzlich verschwunden, und das Eisen an der inneren Oberfläche, wie die vielen Höhlungen bewiesen, in Schmelzung gerathen war, ungeachtet es nur eine sehr mäßige Hitze erlitten hatte. Der ganze Theil desselben, der mit Diamant in Berührung gewesen war, hatte sich in einen reinen blasigen Stahl verwandelt. Ein Theil dieses Stahls, der bis zum Rothglühen erhitzt und in Wasser abgelöschet wurde, nahm eine so große Härte an, daß eine Feile ihn nicht angriff, und daß er Glas ritzte.

Dieser Erfolg war also entscheidend. Denn da die Berührung mit jedem andern Kohlenstoff haltenden Körper als Diamant sorgfältig vermieden war, so läßt sich diesem allein die erfolgte Verwandlung des Eisens in Stahl zuschreiben.

Zuletzt hat noch Herr Clarke den Diamant vor das Newman'sche chemische Gebläse mit stark verdichtetem Knallgase gebracht, um besonders auf die verschiedenen Erscheinungen, welche er während des Verbrennens darbietet, aufmerksam zu seyn. Der Diamant, der hinzu gebracht wurde, war octädrisch geformt von schöner Bernsteinfarbe, und wog 6 Karate.

Bey dem ersten Einwirken der Flamme des Gebläses auf ihn, wurde er wasserhell und farbenlos; dann zeigte

Digitized by Google

er sich in schwacher weißer Farbe; darauf wurde er ganz undurchsichtig, und glich Elfenbein, und dabey verminderte er sich in Größe und Gewicht. Nach diesem verschwand eine der Ecken des Octädron, und die Oberfläche desselben bedeckte sich mit Blasen; endlich brannten alle Ecken fort, und es blieb blos ein kleines länglichtes Kügelchen zurück, welches einen ziemlich starken Metallglanz hatte. Zuletzt war alles verflüchtiget, ohne daß irgend ein Theilchen zurückblieb. Der ganze Versuch war in ungefähr drey Minuten zu Ende.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXVI. S. 188. B. L. S. 1. B. LII. S. 366. B. LV. S. 20. Klaproth's und Wolff's Supplemente zum chemischen Wörterbuch. B. I. S. 595. f.

Dianenbaum (Zus. z. S. 682. Th. I). Der Herr Prof. Vitalis zu Rouen hat ein sehr einfaches Verfahren angegeben, den Dianenbaum zu bereiten, so daß sich dieser Metallbaum aus der Flüssigkeit herausnehmen, und ohne Veränderung außerhalb des Gefäßes, in welchem sie gebildet wurde, aufbewahren läßt. Die sehr einfache Operation ist folgende:

Man bindet in ein feines leinenes Tuch 5 bis 6 Drachmen ganz reines Quecksilber, in Gestalt eines Knoten und hängt diesen in die gehörig gesättigten Auflösungen des Silbers und Quecksilbers, welche mit der von Baumé vorgeschriebenen destillirten Wassermenge verdünnt worden. Die metallischen Auflösungen dringen bald hindurch zu dem im Knoten befindlichen Quecksilber, und es entstehen sehr bald schön geformte und nadelförmige Krystalle, welche sich um den Knoten anhäufen, und an dem Quecksilber haften, das ihnen zum Unterstützungspunkt dient. Die Nadeln nehmen nach und nach am Volumen zu, und erhalten in kurzer Zeit eine Länge von einem Zoll und darüber.

Bemerket man, daß die metallische Vegetation nicht mehr fortschreitet, so nimmt man den Knoten, der mit schönen nadelförmigen Prismen umgeben ist, heraus, und

Digitized by Google

hängt ihn mittelst des seidenen Fadens, welcher zur Bindung des Knotens diente, unter einer kleinen Glasglocke auf, unter welcher sich die metallischen Krystalle vollkommen erhalten.

M. s. Annales de Chemie. To. LXXII. p. 91, 199.

Donner (Zus. z. S. 701. Th. I.). Ueber die Ursache des Rollens des Donners ist man bis jetzt noch nicht aufs Reine. Man hat Schwierigkeiten in der Erklärung dieser Naturerscheinung gefunden, die vielleicht so erheblich nicht sind, als man sie sich vorstellet. Daß die Entstehung des Blitzes mit der Entstehung des Donners einen wesentlichen Zusammenhang hat, wird wohl von niemand geläugnet, indem mit jedem Blitze, als elektrischem Phänomen, ein unmittelbarer Knall verbunden ist. Der Blitz aber, welcher bey einem Gewitter sehr oft von beträchtlicher Ausdehnung ist, und sehr wahrscheinlich sich nicht allein in die Länge, sondern auch in die Breite und besonders in die Höhe, vielleicht im weiten Abstande, erstrecket, ist für uns als Lichterscheinung instanter, der darauf erfolgende Knall aber kann erst im Verhältnisse der Ausdehnung des Blitzes unser Ohr rühren, mithin pausenweise erfolgen, und bald stärker, bald schwächer seyn, je nachdem die Wolken, von welchen der Blitz kommt, eine stärkere oder schwächere Elektricität besaßen.

Fast dieselbe Vorstellung von dem Rollen des Donners hat Herr D. Raschig *) in Dresden zu erkennen gegeben. Nach ihm entsteht diese Erscheinung 1) von der verschiedenen meist sehr beträchtlichen Länge des Blitzstrahls, 2) von der verschiedenen Stärke des Strahls in verschiedenen Stellen seiner Bahn, und vielleicht auch 3) von der Verschiedenheit der Körper, welche derselbe in seinem Laufe trifft.

Die Länge des Blitzstrahls mache, daß der Knall von demselben nicht von allen Theilen seiner Bahn zugleich ins Ohr des Beobachters kommen könne. Man sehe am

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXIII. S. 206. f.

Digitized by Google

Horizonte oft Blitze in der Länge von einer Stunde Weges durch die Wolken fortlaufen; man sehe sie von der Erde bis in die höchsten Wolken sich verlieren, und in mehrere Aeste zertheilen. Von allen den verschiedenen Punkten könne der Schall nothwendig nur nach und nach zum Ohr gelangen, je nachdem sie weiter und höher lägen.

Der Blitz zeige auch nicht in allen Theilen seiner Bahn gleiche Stärke, besonders wenn er sich in mehrere Aeste theile. Wären nun dünnere vertheilte Aeste näher als der vereinte Strahl, so werde der schwächere Donner zuerst gehört, und der stärkere Schlag später nachkommen.

Wahrscheinlich sey es auch nicht einerley, ob der Blitz in seinem Laufe dichtere Regentropfen, oder dünnere Wolken, oder von beyden freye Luft durchströme. Das Wasser werde von einem starken elektrischen Strome wahrscheinlich in Dampf oder Gasarten zersetzt, und dies sollte wohl bey der Schnelligkeit, womit es geschieht, den Knall des Blitzes verstärken. Doch sey es ihm zuweilen vorgekommen, als ob ein Blitz, der durch freye Luft fährt, heftiger knalle, als der in dicken Regenwolken. Es möge nun damit sich verhalten wie es wolle, so lasse sich doch nicht anders vermuthen, als daß der Blitz in einem oder dem andern Falle eine stärkere Explosion verursache, und darnach werde sich auch der fortlaufende Schall vom Blitze bald stärker, bald schwächer ausnehmen.

Andere Ursachen könne er von dem Rollen des Donners nicht annehmen. Denn ein Wiederhall von Bergen sey einmal in ebenen Gegenden gar nicht vorhanden, und müßte zweytens in den Gegenden, wo er sey, immer einerley Echo geben, was der Erfahrung widerspreche. Die Wolken aber, als lockere Dunstmassen, könnten unmöglich ein Echo gewähren.

Auf eine ähnliche Art sucht auch Herr Hellwig *) die Entstehung des Rollens des Donners zu erklären. Nach ihm ist der Donner nichts anders als ein Produkt

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. LI. S. 159. ff.

Digitized by Google

des Blitzes. Die dauernde Länge eines Schalls stehe aber im Verhältnisse der Länge des durch die freye Luft hindurchfahrenden Feuerstrahls zu seinem Durchmesser. Wenn man z. B. eine Bombe mit 2 Pfund Pulver zersprenge, so breite sich der Schall sogleich kugelförmig aus und werde kurz und begränzt gehört. Wenn dagegen 2 Pfund Pulver in eine Kanone, welche 15 bis 20 Durchmesser des innern Raums der Bombe zur Länge habe, geladen würden, so werde man einen beträchtlichen Unterschied der Dauer des Schalls bemerken. Beym so äußerst schnellen Durchfahren des Blitzes durch die Luft müsse nothwendig ein vollkommen luftleerer Raum entstehen, und das Einströmen der benachbarten Luft in diese leere müsse nothwendig mit einem Knall verbunden seyn. Um nun diese auszufüllen werde wegen der sehr viel geringern Geschwindigkeit des auszufüllenden Mittels eine Zeit erfordert, mehr oder weniger, je nachdem dieser auszufüllende Raum eine größere oder geringere Länge besitze, oder je öfter derselbe erneuert werde. Der Eintritt der Luft in einen luftleeren Raum gebe nun den Schall als Produkt. Dieser pflanze sich vom Anfange bis zum Ende in gleicher Geschwindigkeit fort, so daß man, wenn die Länge des zu durchlaufenden Schallgebenden Gegenstandes bedeutend sey, die Zeit messen könne, welche zwischen dem Anfange und der letzten Schallwelle, die gehört werden könne, vergehe.

Gedächten wir uns einen herausfahrenden Feuerstrahl bey einem 24 Pfünder außerhalb der Mündung, welcher eine Länge von 488 Fuß besitze, so werden beynahe 36 Tertien Zeit verlaufen, ehe der Schall verschwinde. Folgten nun mehrere solche Strahlen ununterbrochen auf einander, so würde jeder einen eben so lang gedehnten Schall geben, und die Summe aller ein stetes Rollen von einigen Sekunden hervorbringen, ohne daß man das Echo zu Hülfe zu rufen nöthig hätte. Wären einige dieser Kanonen nach dem Beobachter hin, andere von ihm ab, und noch andere seitwärts gerichtet, so würde er alle beym Donner beobachtete Modulationen während der Zeit hö-

Digitized by Google

ren, nur müsse er in einer gewissen Entfernung und nicht zu nahe stehen müssen. Auf diese Art glaubt Herr Helwig die Entstehung des rollenden Getöses bey einzelnen Donnerschlägen auf eine einfache Art erkläret zu haben.

Auch der alte ehrwürdige Herr de Luc *), dessen vormalige Erklärung des Donners in diesem Artikel angeführet ist, bemerket von neuem wieder, daß das bewundernswürdige Phänomen des Donners ohne Zweifel durch einander folgende Detonationen entstehe, nach Art schnell hinter einander folgender Kanonenschüsse, und sey eine Wirkung von Explosionen einer besondern elastischen Flüssigkeit, welche beym Zersetzen der atmosphärischen Luft hervorgebracht werde.

Durchsichtigkeit (Zus. z. S. 750. Th. I.). Der Herr Graf v. Rumford hat über die Schwächung des Lichtes durch den Durchgang durchsichtiger Körper Untersuchungen angestellet. Er fand, daß das Licht einer Argandischen Lampe beym Durchgange durch eine Tafel von hellem, durchsichtigem, gut politem Spiegelglase in dem Verhältnisse von 0,1864: 1,0000 geschwächt wurde, oder daß nur 0,8136 der ganzen Lichtmenge, die auf die Glastafel fiel, durch das Glas hindurch gieng. Nach einem Mittel mehrerer Versuche war der Lichtverlust 0,1973; bey einer andern Glastafel von derselben Glasart im Mittel, 0,1869; durch beyde Glastafeln zusammen war nach einer Mittelzahl der Lichtverlust 0,3184. Bey einer sehr dünnen reinen Tafel von weißem hellen Glase fand er den Lichtverlust nach einer Mittelzahl 0,1263. Was die Durchsichtigkeit der Luft betrifft, so ergab sich diese aus seinen Versuchen so groß, daß die Verminderung, welche das Licht beym Durchgange durch einige Füße derselben erleidet, unbemerkbar war. Beym Durchgange durch sehr große Räume der Luft wird jedoch das Licht wirklich geschwächt.

Auch hat der Graf von Rumford Versuche über den Lichtverlust bey der Reflexion des Lichtes angestellet.

*) *Nicholson's* Journal of nat. philos. Dec. 1810.

Digitized by Google

Er fand bey der Reflexion von dem besten Ramsdenschen Planspiegel den Lichtverlust 0,3494 der ganz darauf fallenden Lichtmasse; bey einem ganz gemeinen Glasspiegel sogar 0,4816.

Dynamisches System (Zus. z. S. 752.). Die neuern Naturphilosophen haben dieser Lehre einen ganz andern Begriff untergeleget, als ihr Gründer, **Kant**, gethan hat. **Kant** verstand darunter blos die Lehre, in welcher Betrachtungen über die Materie, in so fern die Bewegung als zur Qualität derselben gehörig, unter dem Namen einer ursprünglich bewegenden Kraft, aufgeführt wird, angestellet werden. Allein schon **Schelling**, welcher zuerst einen Versuch machte, die Materie überhaupt zu construiren, d. h. sie in der reinen Anschauung unsers Verstandes darzustellen, oder durch bloße Thätigkeit unsers Geistes zu schaffen, verstand unter dem Ausdruck: Dynamik die Lehre von der bewegenden Kraft als Materie selbst, und in diesem Sinne ist nachher die dynamische Lehre fast von allen neuern Naturphilosophen angenommen worden. **Kant** hat an keiner einzigen Stelle behauptet, daß Materie nichts weiter sey, als das bestimmte Zusammentreffen der zurückstoßenden und anziehenden Kräfte im Raume. Er behauptet blos, daß Materie ohne die ihr wesentlich zukommenden Kräfte der zurückstoßenden und anziehenden nicht gedenkbar, nicht möglich sey, und dies beweiset er nach meiner Einsicht so streng mathematisch, daß alle seine Nachfolger ihn durchaus noch nicht widerleget haben. Unter dem Artikel: **Grundkräfte**, werde ich hievon ausführlicher sprechen.

Nach den neueren Ansichten der meisten Naturforscher besteht ein jeder Körper aus einer Anhäufung von ungemein kleinen materiellen Theilchen (Atomen), welche von zwey Kräften unter einander im Gleichgewicht erhalten werden, von welchen die eine eine anziehende Kraft ist, welche folglich die Theilchen einander zu nähern strebet, die andere eine zurückstoßende Kraft, welche wahrscheinlich von der Wärmethätigkeit nicht verschieden ist, und die

Digitized by Google

folglich die körperlichen Theilchen von einander zu entfernen sich bemüht. Von diesen neuern Physikern sind doch einige sehr geachtete darunter, welche nur die einzige aus der Erfahrung erkannte Kraft der Körpertheile, die anziehende Kraft, annehmen, und die zurückstoßende als Schein betrachten. Sonst wird nach dieser neuern atomistischen Lehre die Verschiedenheit der Materien aus der Verschiedenheit der Atome; und die verschiedenen Grade der Dichtigkeit aus der eingestreueten Leere erkläret. Die Undurchdringlichkeit der Materie hängt blos von ihrer Existenz ab, und die den Atomen inhärirenden Kräfte bewirken blos die so sehr verschiedenen gegenseitigen Lagen der verschiedentlich gestalteten Atome, und ihre Verbindungen unter einander. Doch behaupten auch einige Physiker, daß selbst die gleichartigen Atome noch in ungleichartige Atome getheilet werden könnten, und weichen daher von den ältern Atomistikern ab, als welche die Atome als absolut untheilbar sich vorstellten. So sagen jene z. B.: Ein Wasseratom könne noch in ein Sauerstoffatom und in ein Wasserstoffatom getheilet werden, welche letztere ebenfalls ihre bestimmten Formen besitzen und als Grundstoffe oder Elemente untheilbar und einfach wären.

Nach dem dynamischen System, so wie es Kant begründet hat, kommen der Materie wesentlich zwey Grundkräfte, die anziehende und abstoßende, als Eigenschaften zu; die Materie ist bis ins Unendliche theilbar, der Grad der Dichtigkeit derselben beruht vorzüglich auf das verschiedene Verhältniß der Grundkräfte ohne irgend eine eingestreuete Leere anzunehmen, und die verschiedenartigen Formen der Theile der Körper werden durch die Grundkräfte bewirket. Uebrigens liegt der Grund der Undurchdringlichkeit der Materie nach dem dynamischen Systeme nicht sowohl in der Existenz derselben, sondern vielmehr in der ihr wesentlichen zurückstoßenden Kraft.

Gesetzt, man betrachtet beyde Lehrarten, die atomistische und die dynamische als bloße Hypothesen, so kann noch die Frage aufgeworfen werden, welche von beyden

Digitized by Google

die Naturerscheinungen am einfachsten und natürlichsten erkläret?

Die Annahme der Atome kann weder durch die Erfahrung, noch aus dem empirischen Begriffe der Materie überhaupt, als welcher blos das Bewegliche im Raume ist, in der reinen Anschauung bewiesen werden. Vielmehr lehret die Erfahrung an unzähligen Materien, daß sie in solche feine Theile zertheilet werden können, welche unsern Sinnen gänzlich entschwinden, und giebt daher den sichersten Fingerzeig zur unendlichen Theilung der Materie. Eben so wenig berechtiget uns die Erfahrung an den Atomen gewisse Grundformen anzunehmen, um daraus die verschiedenartigen Materien zu erklären. Ferner giebt auch die Erfahrung nicht den geringsten vollgültigen Grund, die eingestreuete Leere zur Erklärung der verschiedenen Grade der Dichtigkeiten anzunehmen. Uebrigens ist es unbegreiflich, wie durch die Existenz der Materie allein die Undurchdringlichkeit leicht möglich seyn könne; denn der Satz des Widerspruchs treibt keine ankommende Materie zurück. Herr Hofrath Mayer bemerket zwar, es sey ungedenkbar, daß der erfüllte Raum, das Undurchdringliche, das Reale im Raume, zugleich durch etwas anders erfüllt, durchdrungen, etwas anders Reales, seyn könne. Allein woher kommt das Ungedenkbare? Eben dies erfordert ja einen Grund, und dieser kann nicht in der bloßen Existenz der Materie, oder in dem Realen, wie es Herr Mayer nennt, liegen. Denn die Materie ist ein Gegenstand der Sinnenwelt, von welchem wir an und für sich nichts wissen, wir erfahren ihn blos, d. h. wir überzeugen uns von dessen Daseyn durch unsere Sinne; aber durch unsern Verstand entwickeln wir erst den empirischen Begriff der Materie, den wir der Erfahrung zu Folge durch nichts anders als durch das Bewegliche im Raume annehmen können. Es kommt also nun darauf an, das Bewegliche durch die vier Kategorien gehörig durchzuführen, und vernunftmäßig zu bestimmen, welche wesentliche Eigenschaften der Materie zukommen müssen.

Digitized by Google

Aus dieser kurzen Darstellung sieht man ein, daß selbst die neuere atomistische Lehre weder aus der Erfahrung, noch aus dem empirischen Begriffe der Materie überhaupt als haltbar angenommen werden kann. Ueberdem kann der Chemiker nach dieser Lehre keinen einzigen chemischen Prozeß erklären; wahre chemische Mischungen, so wie sie der Chemiker erkläret, könnten hiernach gar nicht statt finden, indem jedes Gemisch nur als eine Anhäufung oder ein Gemenge der Atome betrachtet werden kann.

Das dynamische System, auch als Hypothese betrachtet, braucht zur Erklärung der Naturbegebenheiten weder verschiedenartige Atome, noch eine eingestreuete Leere, sondern erkläret die verschiedenen Grade der Dichtigkeiten, die verschiedenen Formen, welche auch die kleinsten Theile der Körper annehmen, und die Undurchdringlichkeit der Materie, aus Gründen, welche keiner einzigen Erfahrung entgegen sind, sondern auf welche uns vielmehr die Erfahrung hinweiset. Denn in der ganzen materiellen Natur ist ein steter Uebergang aller Körper von einem Zustande in den andern, folglich eine ununterbrochene Bewegung aller Materien, und diese setzt bewegende Kräfte voraus. Die dynamische Ansicht, wenn man sie auch als eine bloße Voraussetzung, wie die atomistische, annehmen wollte, gründet sich also auf die einfachsten in der Natur durch alle Erfahrung nachzuweisenden Ursachen, und sie muß also schon in dieser Hinsicht weit mehr Empfehlendes für sich haben, als die atomistische. Außerdem läßt sich aber auch, wenn der allgemeine empirische Begriff der Materie, als das Bewegliche im Raume als richtig zugegeben wird, mit mathematischer Gewißheit zeigen, daß der physische Grund aller Naturerscheinungen zuletzt auf diesen beyden Kräften, anziehender und abstoßender, beruhen müsse.

Nach dem dynamischen System ist es überdem auch zu begreifen, auf welche Art ein chemischer Prozeß erfolgen kann, indem die physische Möglichkeit desselben in der

Digitized by Google

verschiedenen Einwirkung beyder Grundkräfte der einander berührenden Materien liegen muß.

Weiter s. m. noch die Artikel: Grundkräfte, Materie, Raum.

E

Eis (Zus. z. S. 217. Th. VI.). Herr Plac. Heinrich hatte über die Ausdehnung des Eises eine Reihe von Versuchen gemacht, wovon die merkwürdigsten Resultate folgende sind: Ein Eiscylinder zieht sich um 0,0003064 seiner Länge zusammen, wenn die Temperatur des ihn umgebenden Mittels um 10° Réaum. abnimmt. Wäre es nun erlaubt von 10° bis 80° abwärts zu schließen, so gäbe beym Eise eine Temperaturveränderung von 80° eine Längenveränderung von 0,0024512 des Ganzen, mithin mehr als bey allen festen Körpern, womit man bisher Versuche gemacht hat.

Eis zieht sich also gegen die Meinung mehrerer Naturforscher gleich andern Körpern bey wachsender Kälte zusammen, und dehnt sich bey abnehmender Kälte aus. Tritt das Eis der Temperatur des Aufthauungspunktes sehr nahe, so zieht es sich schnell und sehr auffallend zusammen, ohne noch in den tropfbaren Zustand übergegangen zu seyn; denn das Schmelzen geschieht nur langsam.

Man hat auch vielfältige Erfahrungen gemacht, daß sich auf dem Eise Figuren zeigen, welche Gegenstände verrathen, die auf dem Grunde des Wassers sich befinden. In den großen Mooren in Irland sollen sich sehr oft auf dem Eise der zugefrornen kleinen Lachen, deren es in Menge daselbst giebt, Baumstämme sammt ihren Zweigen abgebildet zeigen, und der Landmann pflege auch unter dem so gezeichneten Eise Baumstämme zu suchen und zu finden. Diese Bäume sind von verschiedener Art, Eichen, Rüstern, häufig sehr große Aspen u. s. und immer liegen sie horizontal. Gewöhnlich ist das Eis an diesen Stellen nicht so stark und dicht, wie an andern Stellen, so daß der Frost auf jene mit weniger Kraft, als

Digitized by Google

auf diese, scheint gewirkt zu haben. Eine besondere merkwürdige Erscheinung in dem Eise einer Mistpfütze, welche in der Mitte etwa 5 Fuß tief war, und in welcher ein ertrunkener Mann im Schlamme gefunden wurde, erzählet Wil. Nicholson. Es zeigte sich nämlich auf der Oberfläche des Eises senkrecht über dem gefundenen Ertrunkenen die Gestalt eines Menschen. Dies Eis war schwarz und so hell als das klarste Wasser, so daß man durch selbiges das braune Wasser sehen konnte; das übrige Eis hatte ebenfalls die braune Mistpfützenfarbe, und war mit einer dünnen Lage Schnee bedeckt, welche aber über der Figur gänzlich fehlte, so daß sie recht scharf begrenzt ins Auge fiel. Drey Tage zuvor beym Anfange des Frostes war die ganze Oberfläche des Eises gleichmäßig mit Schnee bedeckt gewesen. Die ganze Gestalt war von einer undurchsichtigen Linie umgeben, welche von anderm Aussehen, und weißer, als das übrige war.

Ein anderes sehr scharf bestimmtes Eisbild beschreibet der Herr Prof. Meinecke, als welches den damals neu angefangenen, an 5 Fuß tief unter Wasser stehenden, Bau einer Schleuse zu Halle darstellte. An der obern Hälfte der Schleuse, wo die Seitenwände an 6 Fuß über dem Eise hervorragten, und wo außerdem an der Nordseite aufgeworfene Erde lag, zeigte sich das Eisbild am deutlichsten, und verlor sich immer mehr in dem Wasser, wie das Eis weniger geschützt war. Der schwarze Grund war dunkles Eis, die hellen Zeichnungen stellten das weiße über dem angefangenen Bau liegende Eis dar. Unter den weißen Bildern zeichneten sich einige durch ihre Helle aus; diese befanden sich über etwas höhern Gegenständen. Ueberhaupt brachte blos die verschiedene Höhe der festen Gegenstände einen Unterschied in der Weiße der Figuren hervor.

Die Bilder lagen genau senkrecht über den Gegenständen, und hatten dieselbe Länge und Breite derselben. Die sämmtlichen Gegenstände lagen vollkommen fest, und waren größtentheils absichtlich 2 Zoll hoch mit Sand bedeckt. Die dunkeln Stellen des Eises befanden sich 6 bis

Digitized by Google

2 Fuß hoch über lockerm Grunde. Mit dem steigenden Froste hatten diese Bilder an Bestimmtheit zugenommen, und zwar blos des Nachts; auch an den Stellen, wo einige Eisstücke zur Untersuchung herausgenommen wurden, hatte sich in einer Nacht im frischen Eise wieder ein merkliches Bild erzeugt. Doch bey den frühern Frosten im Anfange des Winters waren diese Figuren nicht bemerkt worden; damals war das Eis hier eben so weiß, wie dieses Bild.

Das herausgehauene Eis fand Herr Meinecke überall gleich dick, es zeigte sich nur bey näherer Untersuchung desselben, daß das Eis der Bilder 6 Schichten kleiner Bläschen enthielt: wovon das dunkle Eis frey war. Diese Schichten kleiner Luftbläschen waren parallel, aber von ungleicher Entfernung, so daß man an ihren Entfernungen die verschiedene Kälte der vorhergegangenen Nächte erkennen konnte. Die Stärke des Eises betrug 4 Zoll. An den Gränzen der Bilder fand Herr Meinecke die Luftbläschen ausgezeichnet häufig und regelmäßig, gleich gerade gezogenen Schnüren kleiner Perlen, während sie im Innern der Bilder oft in einander flossen, so daß man das Eis ohne Mühe in 7 Schichten spalten konnte. Die Luftbläschen hatten höchstens $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmesser. Genau betrachtet zeigten sie sich nicht vollkommen Kugelförmig, sondern tropfenähnlich, mit der Spitze nach dem Grunde des Wassers gekehret. Sie waren deutlich gelb gefärbt durch herausgehobenes Flußmaterial.

Herr Meinecke erkläret diese Erscheinung aus den in diesem reinen und stillen Wasser senkrecht aufgestiegenen Luftbläschen; nämlich an den scharfen Rändern der Gegenstände konnten diese Bläschen häufiger und regelmäßiger aufsteigen, weil diese entblößt waren; während auf der Oberfläche der Gegenstände eine Lage Sand lag; daher die scharfen Umrisse, welche die kleinern wolkigen Bilder einschlossen. Diese Luftbläschen konnten aber aus den Gegenständen weder durch Frost noch durch Wärme ausgetrieben werden, indem letztere sich nicht durch Zersetzung des Holzes oder der Steine gebildet haben kann, auch nicht

Digitized by Google

von außen etwa durch die Sonnenwärme eingedrungen seyn konnte. Sie mußten also durch mechanische Gewalt entstehen. Das Schleusenwasser hieng von dem Drucke der nahen Saale ab, und da die Steine und das Holz, so wie der eingerammte Thon des Baues, lange Zeit an der Luft gelegen und ausgetrocknet war, so wurde die von denselben absorbirte Luft nach und nach durch das von unten aufdringende Saalwasser ausgetrieben.

Was nun die regelmäßigen Schichten der Luftblasen betrifft, so konnten diese wohl nicht dadurch entstehen, daß etwa die Gegenstände blos periodenweise Luft ausströmten, sondern nur davon, daß die innerhalb eines Tages aufgestiegene Luft durch den Frost der Nacht eingeschlossen wurde. Die höhern Gegenstände erhielten hellere und bestimmtere Bilder, weil hier die Luft durch einen kürzern Raum und daher regelmäßiger aufstieg.

Bey einem frühern Froste zeigten sich diese Bilder nicht, es war vielmehr das ganze Eis so weiß wie diese Bilder, weil damals noch der ganze Boden der Schleuse, welcher der Luft ausgesetzt gewesen, Luft entwickelt hat, worin der lockere Erdboden früher erschöpft werden mußte.

(Zus. z. S. 803. Th. I.) Die Herren v. Humboldt und Gay-Lussac *) haben mehrere Versuche über die Natur der Luft angestellet, welche aus dem gewöhnlichen und gefrornen Wasser erhalten wird. Sie sind davon überzeugt, daß das Wasser die Luft nicht anders als im aufgelösten Zustande, mithin nicht als Luft enthalten könne, und daß folglich, wenn sich Luft aus dem flüssigen oder gefrornen Wasser durch irgend eine Naturoperation entbindet, dieselbe chemisch erzeuget wird. Dagegen haben Dalton und mehrere englische Naturforscher behauptet, daß die Luft mit dem Wasser blos mechanisch, nicht chemisch, verbunden sey. Von dem daher rührenden Streit s. m. den Artikel Wasser. Die Herren v. Humboldt und Gay-Lussac fanden, daß sich aus geschmol-

*) Journal de physique Tom. LX. p. 129–135.

Digitized by Google

jenem Eis ungefähr nur halb soviel Luft entwickelte, als aus gewöhnlichem Wasser, und dabey war besonders zu merken, daß das Eis seine Luft nicht eher fahren ließ, als bis es eine Temperatur von mehr als 60° der hundertheiligen Skala erlangt hatte. Die entbundene Luft hatten sie in zwey Portionen aufgefangen, wovon die erste 27,5 und die andere 33,5 Theile Sauerstoffgas in 100 Theilen enthielt.

Die geringe Menge und die große Reinheit der aus dem geschmolzenen Eise entbundenen Luft bewiesen, daß das Wasser, indem es in den festen Zustand übergeht, eine große Menge seiner aufgelöseten Luft fahren läßt, daß jedoch diese Luft weit weniger rein ist als diejenige, die es zurückbehält.

Sehr auffallend war es, daß Wasser, indem es zu Schnee condensirt, weniger Luft austreibt, als wenn es zu Eis wird. Sie ließen frisch gefallenen Schnee schmelzen, und erhitzten das Schneewasser allmählig. Sie erhielten fast die doppelte Menge von Luft, als vom geschmolzenen Eiswasser. In 5 Portionen war die Luft aus dem Schneewasser aufgefangen, und auch hier gab die 5te Portion in 100 Theilen das meiste, nämlich 34,8, folglich so viel Sauerstoffgas, welchen sie je aus irgend einem Wasser gezogen haben.

Diese Versuche über das Schneewasser und das geschmolzene Eis führten auf einige auffallende Folgerungen für das Studium der Meteorologie. Der Schnee ist nichts als Aggregat kleiner Eisnadeln, welche sich in den höhern Regionen der Atmosphäre bilden, und doch geben diese kleinen geschmolzenen Krystalle fast ein doppelt so großes Volumen an Luft, als das geschmolzene Eis unserer Flüsse. Hieraus würde man schließen müssen, daß, wenn das in der Luft aufgelöste Wasser sich in Schnee condensirt, es keine so große Luftmenge ausstoße, als wenn es an der Oberfläche der Erde zu Eis gefrieret; wäre es nicht auch denkbar, daß der Schnee zwischen seinen Krystallen eine gewisse Menge von Luft zurückbehalte, die er beym Schmelzen absorbirt; denn es scheine, daß es gerade im Augen-

Digitized by Google

blicke seines Gefrierens sey, daß das Wasser größtentheils seine Luft fahren lasse.

M. s. Gilbert's Annal. d. Phys. B. XX. S. 135. ff. B. XXVI. S. 228. B. LI. S. 388. B. LVIII. S. 294. ff.

Eisen (Zus. z. S. 816.). Um Instrumente aus Eisen oder Stahl vor dem Rosten zu bewahren, hatte der berühmte Mechaniker Conté folgende von ihm erprobte Methode: Man vermische fetten Oehlfirniß mit wenigstens halb soviel, oder mit höchstens ⅔ sehr rectificirtem Terpentinöhl. Diesen Firniß trage man mit einem Schwamm dünn und eben auf den Stahl oder Eisen auf, und setze dann das Instrument zum Trocknen an einen nicht feuchten Ort. So gefirnißt behalten die Instrumente ihren Metallglanz und bekommen keinen Rostfleck. Auch Messing läßt sich mit diesem Firniß überziehen, wodurch die Politur erhalten und die Farbe des Messings erhöhet wird.

(Zus. z. S. 820. Th. I.). Nach den hier angeführten Versuchen der Herren Vandermonde, Monge und Berthollet haben mehrere neuere Chemiker weitere Versuche über die noch problematischen Eisenarten angestellt, und hiernach fast allgemein angenommen, daß Stabeisen reines, von Sauerstoff und von Kohlenstoff völlig freyes Eisen sey; Stahl völlig reducirtes Eisen, welches noch Kohlenstoff, aber in geringer Menge, und in gleichförmigerer Verbindung als das Roheisen enthalte; Roheisen endlich ein noch nicht völlig reducirtes Eisen, welches zugleich mit Kohlenstoff verbunden ist. Von der verschiedenen Menge des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs hängt es nach dieser Theorie ab, ob das Roheisen weiß und hart, oder grau und weich ist; das harte weiße enthält weniger Kohlenstoff und mehr Sauerstoff als das graue; in dem Verhältnisse, als dieses zunimmt, bleibt es mit weniger Sauerstoff verbunden, und kann daher auch zuweilen ganz frey von Sauerstoff seyn. Nach den Erfahrungen des Ober-Hütten-Raths Herrn Karsten sind diese Ansichten über diese verschiedenen Eisenarten nicht richtig, er glaubt

Digitized by Google

sich vielmehr berechtiget zu halten, daß man die Theorie des Eisens allein auf die Verbindung desselben mit dem Kohlenstoffe gründen müsse. Doch verkennt er nicht, wie mangelhaft noch unsere Kenntniß von der Natur und Beschaffenheit dieser Verbindung ist, über welche die Chemie uns noch keine genügende Resultate gegeben hat, und auch die Erscheinungen in den großen Werkstätten der Eisenerzeugung viel Licht zu verbreiten nicht geeignet sind, da tausend kleine Umstände, selbst die elektrische Beschaffenheit der Atmosphäre, auf diese Verbindung Einfluß haben.

In folgenden Sätzen glaubt er das Resultat unserer bisherigen Versuche mit Beobachtungen über das Eisen darstellen zu können.

1. Stabeisen ist reines Eisen mit einem minimo von Kohlenstoff verbunden. Eisen ohne allen Kohlenstoff dürfte vielleicht zum Gebrauch zu weich und von zu geringem Zusammenhange seyn. Ueberwärmtes Stabeisen, d. h. solches, welches zu viele trockene Hitze ausgestanden hat, ist wahrscheinlich ein allzu-kohlenstoffleeres Stabeisen; es hat zu wenig Zusammenhang und zerfährt leicht unter dem Hammer.

2. Stahl ist reines Eisen mit $\frac{1}{10}$ bis 1 Procent Kohlenstoff. Enthält er des Kohlenstoffs mehr, so dürfte er schon zu spröde und zu leichtflüssig seyn, auch seine Dehnbarkeit völlig verloren haben. Der wilde Rohstahl, den man wegen seiner Härte gern zu dem Zieheisen bey den Drahtzügen nimmt, steht zwischen dem dehnbaren Stahl und dem spröden Roheisen in der Mitte.

3. Roheisen ist eine Verbindung des reinen Eisens entweder mit $1\frac{1}{2}$ bis 5 Procent Kohlenstoff, vielleicht auch mehr, oder mit Reißbley in unbestimmten Verhältnissen. In der Hitze kann das Eisen mehr Reißbley als in der Kälte auflösen, daher das graue Roheisen bey langsamen Erkalten einen Theil des aufgelöseten Reißbleyes ausstößt.

4. In Schwefelsäure und Salzsäure lösen sich am schnellsten auf, mit dem heftigsten Aufbrausen und unter Entbinden des meisten Wasserstoffgas, das graue Roheisen

Digitized by Google

und das Stabeisen; ersteres unter Zurücklassen von reinem Reißbley. Stahl und weißes Roheisen lösen sich um so langsamer auf, je mehr Kohlenstoff sie enthalten, und aus dem weißen Roheisen läßt sich nur durch wiederholtes Uebergießen und Kochen mit Salzsäure oder Königswasser alles Eisen abscheiden. Der Kohlenstoff, welcher zurück bleibt, ist anfangs schwarzbraun, zieht sich aber immer mehr ins Rothe und Gelbe, und je leichter er wird, desto leichter löset er sich in Säuren und sogar in gesäuertem Wasser, in Alkalien und in Salzen auf, weshalb es äußerst schwierig ist, die Menge des Kohlenstoffs in Kohlenstoff haltendem Eisen zu bestimmen. Da sich, wenn man ein solches Eisen in Schwefelsäure oder in Salzsäure auflöset, außer Wasserstoffgas auch Kohlen-Wasserstoffgas und Oehlerzeugendes Gas entbinden, so erhält man hierbey immer aus weißem Roheisen ein kleineres Volumen Gas, als aus einer gleichen Menge graues Roheisen oder Stabeisen; und da jene beyden Säuren keinen Rückstand an Kohle lassen, so geben sie weniger sichere Anzeigen von Kohlenstoff in einem Eisen, als Salpetersäure, welche dunkle Rückstände läßt.

5. Der Gehalt des Stabeisens, Stahls und des weißen Roheisens an Kohlenstoff läßt sich nicht mit Genauigkeit bestimmen, weil wir weder wissen, wie viel Sauerstoff der oxydirte Kohlenstoff enthält, noch wie viel sich von demselben in Säuren auflöset. Nimmt man beym Auflösen in den Säuren große Stücken Roheisen, so unterbricht die dicke Rinde von oxydirtem Kohlenstoff-Eisen, womit sich dies Kohlenstoff-Eisen bedeckt, endlich alles Einwirken der Säure auf das Eisen. Diese Rinde fällt beym Trocknen zum Theil von selbst ab. Sie ist braun, hat ganz das Ansehen von Kohle, wird von dem Magnet stark angezogen.

6. Das weiße Roheisen ist leichtflüssiger, aber auch dickflüssiger als das graue Roheisen, welches die äußerste Strengflüssigkeit besitzt, aber sehr dünne fließt, und lange flüssig bleibt, wenn es völlig geschmolzen worden. Das

Digitized by Google

Frischen, d. h. der Uebergang zur Geschmeidigkeit durch Entziehen des Kohlenstoffs, läßt sich daher beym erstern leichter, als bey dem letztern erreichen, und man würde deshalb stets auf das Erzeugen von weißem Roheisen hinarbeiten, wenn nicht andere Umstände oft das Gegentheil erforderten. Nach den Erscheinungen bey den Prozessen des Frischens zu urtheilen, kommt es beym weißen Roheisen blos darauf an, einen Theil des Kohlenstoffs abzuscheiden, durch den Sauerstoff des Gebläses, oder beym englischen Frischprozeß durch das Wasser und den Luftstrom in den Flammofen. Das graue Roheisen scheint man dagegen erst durch eine vorangehende Oxydation zur Abscheidung des Reißbleyes zwingen zu müssen, welche man durch so genannte gaare Zuschläge (Hammerschlag oder gaare Eisenschlacke) bewirkt, wodurch ohne Zweifel der Kohlenstoff im Reißbley zuerst zersetzet wird.

7. Weißes Roheisen entsteht im Hohofen jedesmal, wenn die Hitze abnimmt, sey es aus Mißverhältniß des Brennmaterials zur Beschickung, oder aus andern Gründen. Der Grad der Hitze, in welcher es sich bildet, scheint zur Erzeugung des Reißbleyes nicht hinreichend zu seyn. Es enthält zugleich immer viel mehr Kieselmetall, und Thonerdemetall, so wie auch, wenn die Erze oder das Brennmaterial Schwefelsäure, oder Phosphorsäure enthalten, mehr Schwefel und Phosphor als das graue Roheisen, das sich erst in einem sehr viel größerm Hitzgrade bildet, in welchem sich diese Metalle und der größte Theil des Schwefels und Phosphors zu verflüchtigen oder zu verschlucken scheinen. Ohne Zweifel wird in dem Hohofen aus dem gehörig beschickten anfänglich homogenen Erze, durch die Wirkung der Kohle auf den Sauerstoff der Beschickung, und durch theilweise Verbindung der Kohle mit den entoxydirten Metallen, zuerst immer weißes Roheisen gebildet. Bey zunehmender Hitze wird unmittelbar vor der Form dieses Kohlenstoff-Eisen zersetzt, und eine neue Verbindung veranlaßt, nämlich des Eisens mit Reißbley, welche nicht mehr so viel Erdenmetalle, Schwe-

Digitized by Google

fel und Phosphor als die vorige aufgelöset halten kann, weshalb man auch stets auf Erzeugung grauen gaaren Roheisens hält, wenn die Erze oder das Brennmaterial Unarten enthalten. Wie diese Umänderung des weißen in graues Roheisen in der außerordentlichen Hitze durch das Sauerstoffgas der Gebläseluft bewirkt wird, läßt sich bis jetzt nicht erklären. Daß indeß das graue Roheisen immer weniger Kohlenstoff als das weiße enthält, aus welchem es entstanden ist, beweisen chemische Zerlegungen.

8. Durch die Erdenmetalle wird diese Umänderung im Hohofen zwar nicht verhindert, wohl aber sehr erschwert; und wenn sie dem weißen Roheisen in großer Menge beygemengt sind, so können sie dem entstehenden grauen Roheisen ein schuppiges Gefüge statt des körnigen, und dadurch ein eigenes fremdartiges Ansehn geben, wobey es aber grau, weich und etwas dehnbar bleibt. Durch Umschmelzen unter Zutritt von Sauerstoffgas verliert ein solches Roheisen viel von seiner grauen Farbe, weil ein Theil der Erdenmetalle sich oxydirt, ausscheidet und den Kohlenstoff, womit sie verbunden waren, dem Eisen überläßt; doch ist ein solches Ausstoßen der Erdenmetalle aus dem Roheisen eine seltene Erscheinung, weil graues, mit Erdenmetallen überladenes Roheisen nur selten vorkommt.

9. Weißes Roheisen, welches 3 bis 4 Procent Kohlenstoff enthält, ist geneigt, eine krystallinische Gestalt anzunehmen; die Krystallbildung wird durch einen Gehalt an Erdenmetallen sehr befördert. Graues Roheisen ist einer krystallinischen Fügung nur in dem Falle fähig, wenn es viel Erdenmetall enthält und sehr langsam ohne Zutritt von Sauerstoffgas erkaltet.

10. Auch Schwefel und Phosphor verhindern zwar nicht die Umänderung des weißen Roheisens in graues; erschweren sie aber sehr und bey einem bedeutenden Gehalt der Beschickung an Schwefel ist es durchaus unmöglich, graues Roheisen zu erzeugen. Das kräftigste Mittel, diese Umänderung zu verhindern, ist Mangan. Auch bey der stärksten Hitze des Ofens und dem schwächsten Ersatze

Digitized by Google

läßt sich aus sehr Mangan haltenden Eisenerzen kein graues Roheisen erzeugen. Die Ursache ist dieselbe, wie beym Schwefel, und, in geringerm Grade, bey den Erdenmetallen. Es ist nämlich keine Verbindung von Kohlenstoff mit wenig Mangan vorhanden, welche der allgemeinen Verbindung des Kohlenstoffs mit Eisen und Mangan entgegenstreben könnte. Dagegen sind aus diesem Grunde die Manganhaltenden Eisenerze zur Stahlerzeugung vorzüglich geschickt. Die Schwefelhaltenden würden es gleichfalls seyn, machte nicht der Schwefel das Eisen rothbrüchig. Sehr Schwefel-haltende Eisenerze sind deshalb ganz unbrauchbar; ein ganz geringer Schwefelgehalt der Erze giebt dagegen ein derbes, festes, etwas hartes Stabeisen. Ob das Mangan für sich selbst etwas zur größern Härte des Stahls beyträgt, ist nicht entschieden; die Hauptwirkung desselben bey der Stahlerzeugung besteht aber in der Art, wie es die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen bewirkt.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXI. S. 447. LII. S. 428. u. f.

Elasticität (Zus. z S. 843. Th. I.). Von den neuern Physikern, welche der atomistischen Lehre zugethan sind, hat vorzüglich Herr Biot theoretische Untersuchungen über die Erscheinungen der Elasticität angestellet, welche verdienen, hier angeführt zu werden. Herr Biot *) nimmt nämlich an, daß jeder Körper aus einer Anhäufung von ungemein kleinen materiellen Theilchen bestehe, welche von den beyden Kräften, der Anziehungskraft und der Zurückstoßungskraft im Gleichgewichte erhalten werden. Ungeachtet diese Theilchen so klein sind, daß man gänzlich außer Stande ist, ihre Gestalt zu beobachten, so habe man sich doch davon überzeuget, daß, da sie sich in einiger Entfernung von einander befinden, sie nach Verschiedenheit der Seiten, welche sie einander darbieten, verschiedene Anziehungen auf einander äußern. Die Unter-

*) Traité de physique experimentale et mathematique par *Biot* à Paris 1816. IV. Tom. an. 8.

Digitized by Google

schiede werden vorzüglich dann bemerkbar, wenn die tropfbar flüssigen Körper in den Zustand der festen übergehen. Diese Wirkung sieht man auch bey den Krystallen, bey welchen sich die kleinsten Theilchen auf eine eigenthümliche Art ordnen und anlegen, die, wenn ihre Annäherung langsam und ohne Hinderniß erfolgen kann, für jede Substanz verschieden ist.

Da die anziehenden Kräfte, welche die chemische Verwandtschaft bedingen, nur in sehr kleinen Entfernungen bemerkbar sind, so scheint daraus zu erhellen, daß überhaupt die verschiedenen Zustände der Körper nur Uebergänge sind, die durch das Verhältniß der Zurückstoßungskraft, welche die Theilchen von einander zu entfernen strebet, zu dem der Verwandtschaft, welche sie bindet, bestimmt werden.

Befinden sich die Theilchen der Körper in solchen Entfernungen, daß die wechselseitige Anziehung derselben unmerklich ist, so wirkt die Zurückstoßungskraft allein, ohne daß ihr etwas entgegenstehet. Dann streben die Theilchen einander zu fliehen. Sie fliehen sich auch wirklich, wenn sie von äußern Hindernissen nicht zurückgehalten werden. Wenn aber dergleichen Schranken sie zurückhalten, so streben sie dieselben von sich zu drängen. Dies ist der Fall mit luftförmigen Körpern. Diesen legt also Herr Biot, und mit ihm mehrere andere Physiker, Ausdehnsamkeit oder Zurückstoßungskraft, nicht aber Elasticität bey.

Gedenkt man sich aber die Theilchen einander bis auf ungleich geringere Entfernungen genähert, auf Entfernungen, in welchen die Verwandtschaft, die sie einander zu nähern strebt, mit der Zurückstoßungskraft, die sie entfernt, im Gleichgewichte sey, so bringt dies einen andern Zustand der Körper hervor. Dieser Zustand kann von der Art seyn, daß die Verwandtschaft der Theilchen sich äußert, ohne daß die Modifikationen, die von der Gestalt der Theilchen abhangen, bemerkbar seyen. In diesem Falle werden sich die kleinsten Theilchen auf gleiche

Digitized by Google

Art anziehen, welches auch immer die Lage derselben und ihren Schwerpunkt seyn mag. Die bleibenden Kennzeichen dieses Zustandes müssen demnach eine vollkommene Verschiebbarkeit der Theilchen seyn, die aus ihrer stets gleichen Anziehung hervorgehet, und eine bedeutende Kraft, mit der sie dem Zusammendrucken widerstehet, erzeugt durch die Wirksamkeit der Zurückstoßungskraft, welche weit bedeutender als bey den Gasarten geworden ist; dieses ist der Zustand der tropfbar flüssigen Körper.

Denkt man sich endlich die kleinsten Theilchen der Körper noch mehr genähert, so wird nicht allein die Hauptkraft der Verwandtschaft, sondern es werden auch die Modifikationen dieser Kraft, die von der Gestalt derselben abhangen, bemerkbar werden können. Werden nun die Theilchen nach und nach bis auf diese Entfernungen genähert, so daß sie die Freyheit sich zu bewegen beybehalten, so werden sie sich wenden und so ordnen, daß sie sich berühren, oder vielmehr, daß sie sich einander mit den Seiten nähern, die einander am stärksten anziehen, wenigstens in dem Falle, wenn sie dergleichen Seiten haben, und vermöge dieser regelmäßigen und allgemeinen Anordnung werden sie einen regelmäßigen, krystallisirten Körper bilden.

Diese Lagen, in welchen ein Gleichgewicht der Kräfte erfolget, werden jedoch nicht die einzigen seyn, durch welche der Zustand der Festigkeit hervorgebracht wird. Verhindern fremdartige Umstände, wie z. B. die Bewegung der Theilchen, oder ein rasches Erkalten, eine solche Anordnung derselben, welche begünstigt, daß ihre Anziehung ein Größtes sey, so müssen sie sich einander von andern Seiten nähern, sich einander in andern Lagen darbieten, in welchen der Einfluß ihrer Gestalt noch bemerkbar seyn könnte, unerachtet verschieden von dem, was bey einer ungehinderten, freyen Anordnung statt finde; dies wird der Zustand der festen, nicht krystallisirten Körper seyn.

In Folge dieser Anordnung wird eben daraus, daß die Anordnung der Theilchen, die ein solches Gleichgewicht

Digitized by Google

hervorbringen kann, nicht einzig ist, folgen, daß wenn der feste Körper mechanischen Kräften ausgesetzt ist, wie z. B. einem Druck, heftigen Stößen u. s. man wenigstens die Theilchen in einigen Fällen zwingen könne, sich einander an verschiedenen Seiten darzubieten, ohne daß dadurch der Zustand der Festigkeit aufgehoben wird. Man kann sogar diese äußern Ursachen sich so unregelmäßig gedenken, daß sie auf die verschiedenen Theilchen desselben Körpers verschieden wirken, daß sie dieselben nach verschiedenen Richtungen drehen, endlich sogar einige derselben von einander trennen, ohne merklich die andern von ihrer Stelle zu rücken. Dies ist der Fall bey festen Körpern, welche man schlägt, mit einem Hammer zerstückt, oder in einem Mörser zerstößt. Werden jedoch die Kräfte, die auf diese Art wirken, mit Vorsicht angebracht, und erlaubt die Beschaffenheit des Stoßes, den Theilchen verschiedene Zustände des Gleichgewichtes, welche feste Körper zulassen, anzunehmen, so wird der Körper auf diese Art neue Eigenschaften und Gestalten zu erlangen vermögen, er wird sich zu Blättern strecken, zu Draht ziehen, zu Gefäßen runden lassen. Dies ist der Fall bey gewissen Metallen, die sich auf Streckwerken strecken, in Drahtzügen verlängern und unter dem Hammer treiben oder härten lassen.

Es ist klar, daß in diesen verschiedenen Fällen nothwendig eine gewisse Kraft erfordert werde, um die Theilchen zu nöthigen, ihre Lage, in der das Gleichgewicht Statt fand, zu verändern. Versuche zeigen, daß diese Kraft, wenn sie bemerkbare und dauernde Wirkung hervorbringen soll, für jeden besondern Stoff und jeden Zustand desselben eine gewisse Grenze überschreiten müsse, so daß, wofern diese Kraft geringer als die Grenze ist, das Theilchen, auf welches sie wirkt, seine Lage, in der das Gleichgewicht Statt findet, nicht verändert.

So lange diese Kraft auf sie wirkt, entfernt es sich nur wenig aus seiner Lage; so wie es aber sich selbst überlassen ist, kehrt es wieder in seinen ersten Zustand des

Digitized by Google

Gleichgewichts und seiner ursprünglichen Lage, durch eine Reihe von Schwingungen, zurück. Diese Eigenschaft macht das aus, was man die Elasticität der Körper nennt. Nach Herrn Biot ist also Elasticität ein Bestreben der kleinsten Theilchen eines Körpers, welche durch eine äußere auf sie wirkende Kraft aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, ohne sich jedoch zu trennen, nach Nachlassung dieser Kraft sich wieder in die ursprüngliche Lage zurück zu begeben, und findet blos bey festen Körpern statt. Eine solche Elasticität würde in einem Körper vollkommen seyn, wenn seine Theilchen, was für eine wirkende Kraft sie aus ihrer Lage brächte, der Verrückung so widerständen, daß sie stets in ihre erste Lage des Gleichgewichtes, aus welcher sie für einen Augenblick gebracht worden, zurückkehrten. Dies ist der Fall bey einer Glasplatte, die, nachdem sie gebogen worden, wieder völlig in ihre vorige Lage zurückkehret, es sey denn, daß sie so stark gekrümmt worden, daß sie bricht. Wird sie nicht bis zu diesem Grade gebogen, so verändern die Theilchen, aus welchen sie besteht, nicht ihre Punkte des Zusammenhanges und die Elasticität ist vollkommen. Sie würde unvollkommen seyn, wenn die Theilchen in derselben Zeit, in der sie schwingen, durch ihre Schwingungen nicht genau in dieselbe Lage des Gleichgewichtes, die sie vorher annahmen, zurückgeführet werden. Dies ist der Fall eines Eisenbleches, das, nachdem es gebogen worden, nicht genau in seine vorige Gestalt zurückkehret. Die Elasticität wird Null oder unmerklich, wenn die kleinsten Theilchen durch die geringste Kraft aus der Stelle gerückt kein Bestreben zeigen, in ihre vorige Lage zurückzukehren. Dies ereignet sich bey einer dünnen Bleyplatte, welche gebogen wird.

In allen diesen Fällen muß man aber die Elasticität von der Cohäsion unterscheiden; denn diese ist unbedingt die Kraft, mit welcher die Theilchen der Körper an einander haften, während die Elasticität in dem Bestreben besteht, die sie in gewissen Fällen äußern, in ihre ur-

Digitized by Google

sprüngliche Lage zurückzukehren, wenn ein äußerer und vorübergehender Antrieb sie für einen Augenblick um eine ungemein kleine Größe aus ihrer Lage gebracht hat, die geringer ist, als die Entfernung, in welcher ihre Gestalt auf die Art oder Intensität ihrer Zusammenhäufung einen verschiedenen Einfluß haben würde.

Alle diese Betrachtungen bestätiget die Erfahrung, wenn metallene Drähte durch Gewichte ausgedehnt werden, und man sie dann zu ihrem ursprünglichen Raumumfange zurückkehren läßt, oder sie in eine gewisse Anzahl von Malen zusammendrehet, und sie dann sich frey zurückkehren läßt. Denn diese Zurückkehrungen zu dem ursprünglichen Zustande erfolgen stets durch eine Reihe von Schwingungen von gleicher Dauer, und die Kraft welche die Körpertheile zurückführet, steht stets mit der Abweichung von jedem Zustande, der hervorgebracht wurde, im Verhältnisse.

Die Elasticität findet nicht allein bey den Metallen, sondern bey allen Naturkörpern statt, wenn sie in sehr feine Fasern getheilet werden. Da mehrere physische Eigenschaften der Körper, wie die Elasticität, die Härte u. s. w. durch das Hämmern, durch das Anlassen und Härten Aenderungen erleiden; so ist es der Mühe werth zu untersuchen, woher dieser Erfolg kömmt. Es scheint, daß das Hämmern, indem es die Theilchen gewaltsam einander nähert, dem Metall einen Zuwachs von Dichte ertheilet, und daß er ihm durchs Anlassen entzogen werde.

Um das Härten zu erklären, muß man von einer Thatsache ausgehen; daß nämlich der Stahl nach der Härtung ein anderes Volumen bekommt, als er vor derselben hatte. Herr Fortin hat gefunden, daß der Raumumfang des Stahls durchs Härten um ein Beträchtliches zunehme, daß aber doch die Größe dieser Ausdehnung bey verschiedenen gehärteten Stücken verschieden sey, ob sie gleich von einerley Stahl sind, und einerley Temperatur ausgesetzet werden.

Digitized by Google

Hiernach scheinet es, daß in dem Augenblicke, da der stark erhitzte Stahl schnell in eine sehr niedrige Temperatur versetzet wird, das Erkalten, welches die äußern Schichten der Masse weit früher trifft, als die mehr nach der Mitte liegenden, erstere zwingt, sich gleichsam nach dieser erwärmten und ausgedehnten Mitte zu formen; dies nöthiget sie, größere Dimensionen anzunehmen, als es der Fall gewesen seyn würde, wenn sie nach und nach sich selbst überlassen worden wären. Bald erkälten die näher nach der Mitte zu liegenden ähnlichen ebenfalls; allein die äußern Schichten, die bereits zu einem Beharrungsstande gekommen sind, halten sie durch ihre Anziehung zurück, bestimmen den Raumumfang, den sie annehmen müssen, und verhindern auf diese Art, daß sie sich einander so sehr nähern können, als es würde geschehen seyn, wenn sie nach und nach erkältet wären. Es ist also hiernach der Zustand des Härtens beym Stahle ein gezwungener Zustand, indem die Theilchen dadurch eine ganz andere Lage erhalten, als sie im natürlichen Zustande besitzen. Warum bringt aber die Schnelligkeit des Abkühlens keine merkliche Veränderung beym Golde, Zinn, Kupfer und andern einfachen Metallen hervor? Ja bey den Metallgemischen erzeuget dieselbe Ursache ganz entgegengesetzte Erfolge, wie Herr Darcet es beobachtet, und Herr Biot es bestätiget hat. Es besteht nämlich dieses Metallgemisch aus 78 Kupfer und 22 Zinn; wird dasselbe, nachdem es bis zum Rothglühen erhitzt worden, in der Luft langsam erkaltet, so wird es spröde, und läßt sich nicht hämmern; wenn es aber plötzlich in kaltes Wasser gebracht wird, so wird es biegsam und hämmerbar. Im erstern Falle hat es ein glänzend weißes Korn, wie Zinn; im zweyten ist es gelb wie die Farbe des Kupfers. Es ist zu vermuthen, daß diese Erscheinungen eine Veränderung der chemischen Verbindung unter den Theilchen von verschiedener Natur, aus welchen die Metallgemische bestehen, hervorbringen. Ueberhaupt lassen sich diese Ereignisse nach Biot insgesammt blos durch Erfahrung ausmachen; weil die Kräfte der kleinsten Theilchen, welche

Digitized by Google

in diesen verschiedenen Umständen gegen einander wirken, zu mannigfaltig und zu zahlreich wären, als daß man vorher aus ihrer Annahme ein sicheres Resultat schließen könne.

Diese neuere atomistisch-dynamische Ansicht, die mancherley Zustände der Körper, und besonders auch die Elasticität derselben, durch die Gestalten der kleinsten Theilchen und der verschiedenen Einwirkung der ihnen wesentlich zukommenden Kräfte der Anziehung und Abstoßung zu erklären, hat vor der ältern Atomistik ohne Zweifel das voraus, daß sie alle benannte Erscheinungen nicht mehr von einer äußern Ursache, sondern vielmehr von einer in den Körpern selbst liegenden ableitet, welches nicht nur natürlicher, sondern auch erfahrungsmäßiger ist. Allein die dabey zum Grunde liegende Voraussetzung der mancherley verschiedenartigen Gestalten der kleinsten Theilchen giebt nach meinem Dafürhalten der Einbildungskraft einen zu weiten Spielraum, sie nach Willkühr so mit einander verbinden zu lassen, wie man es zur vermeintlichen Erklärung gern haben will. Allein dies ist keine wahre und naturgemäße Erklärung. Daher sind auch selbst die neuern Atomistiker über die Entstehung der Elasticität nicht übereinstimmig. Einige nehmen mit Herrn Biot die beyden Kräfte, Zurückstoßung und Anziehung der kleinsten körperlichen Theile an, andere hingegen nur eine einzige, nämlich die Anziehung, und suchen mit den verschiedenen Gestalten der kleinsten Theilchen die Elasticität zu erklären. Wäre irgend eine Erklärung der Elasticität der Körper nach dieser atomistischen Art in der Natur gegründet, so müsse es doch gewiß unablässige Bedingung seyn, daß jeder von der Wahrheit derselben überzeuget wäre, welches aber der Fall nicht ist. Uebrigens halte ich es nicht für rathsam, von dem einmal allgemein angenommenen Begriff der Elasticität abzugehen, und sie blos als eine Eigenschaft der festen Körper zu betrachten, hingegen den luftförmigen Stoffen blos Ausdehnsamkeit, als eine von der Elasticität verschiedene Eigenschaft, beyzulegen.

Digitized by Google

Nach der dynamischen Lehrart ist gar keine Materie ohne anziehende und zurückstoßende Kraft möglich, und eben diese zurückstoßende Kraft wird Elasticität genannt. Von dieser ursprünglichen Elasticität muß aber die Elasticität (Federkraft) der festen Körper, deren Theile schon gewisse Formen oder Gestalten voraussetzen, welche als Wirkungen der im Conflikt sich befindenden Grundkräfte zu betrachten sind, unterschieden werden; letztere ist offenbar nicht ursprünglich, sondern abgeleitet und kann aus der Möglichkeit der Materie überhaupt nicht eingesehen, sondern muß blos physisch, d. h. in der Erfahrung erkannt werden.

Elektricität (Zus. z. S. 870. Th. I.). Da man so leicht nicht im Voraus bestimmen kann, was für eine Elektricität in dem Körper entstehe, welcher gerieben wird, so hat man schon in der ältern Zeit durch Versuche eine allgemeine Regel aufzufinden gesucht. Neuere Versuche haben gelehret, daß auf die Entstehung der Natur der Elektricität, mehrere Umstände, besonders die Wärme, Kälte, der äußere Druck der Atmosphäre, die Feuchtigkeit und der mechanische Druck, Einfluß haben, und daß schwerlich eine allgemeine Regel aus den Versuchen sich folgern lasse, was für eine Art von Elektricität durchs Reiben der Körper an einander entstehen müsse.

Coulomb's Versuchen zu Folge (aus dessen handschriftlichem Nachlaß von Biot a), mitgetheilet) soll erwärmtes Papier — E mit Wollenzeug und unpolirtem Metall (selten + E) geben; desgleichen mit neuem weißen seidenen Zeuge (selten + E), mit schwarzem seidenen Zeuge stets + E. Sind die Zeuge nicht mehr neu, so giebt es damit, so lange es warm ist, — E, wird dann bald 0 und erhält darauf + E; ferner

weiße Seide, erwärmt, mit polirten Metallen stets — E
erkaltet, zuweilen schwach + E

a) Traité de physique experimentale et mathematique. To. I - IV. Par. 1816. 8. übersetzt von Fr. Wolf. Berlin, 1819. B. II. S. 354.

Digitized by Google

Seidenes Zeug, in der Luft heftig geschwungen, erhält — E,
Wollenes Zeug, kalt, am polirten Metall + E
— — kalt, am unpolirten Metall — E
— — erwärmt, am polirten wie am unpolirten Metall stets — E.

Ueberhaupt folgerte Herr Coulomb aus seinen Versuchen, daß diejenigen Substanzen, welche sich beym Aneinanderreiben am meisten ausdehnen, — E, jene hingegen, welche sich dabey am wenigsten ausdehnen, + E erhalten.

Bey den Gasarten und unmetallischen Tropfbaren scheint nicht allein der Leitungsunterschied das Bedingende für die Anhäufung der einen oder der andern Elektricität zu enthalten, sondern auch das in dem einen oder dem andern der Berührenden vorhandene Maas der Brennbarkeit oder Verbranntheit, das auch bey den Metallen, und wahrscheinlich auch bey den Bildungstheilen der Organismen entscheidet, wiewohl durch Zu- oder Abnahmen der Cohärenz die Art der erregten Elektricität verschiedener Abänderungen fähig ist.

Nach Herrn Willson's Versuchen erhält von gegeneinander geriebenen Isolatoren der härteste stets + E, der minder harte hingegen — E, und nach Herrn Ritter *) erhält unter zwey sich berührenden Leitern der brennbarere stets + E, der minder brennbare hingegen — E.

Nach Herrn Ritter ist die elektrische Spannung zweyer Körper, d. h. die gegenseitige Anhäufung des + E an dem einen, und des — E an dem andern der sich berührenden Körper, so wohl der Isolatoren als der Leiter, a und z, gleich der Summe aus den Spannungen von ab, bc, cd, de, u. s. f. bis und mit yz, und werden einzelne Glieder aus der Spannungsreihe der Leiter mit einzelnen Gliedern aus der Spannungsreihe der Isolatoren zusammengebracht, so verhalten sie sich wie Glieder der letztern Reihe, und umgekehrt. Beyde

*) Elektrisch. System der Körper. Leipzig 1805. 8. S. 244 f.

Digitized by Google

Isolatoren und Leiter bilden nach Ritter eine Spannungs- oder Elektricitäts-Erregungsreihe.

Sind zwey Körper einander vollkommen gleich, so ist deren elektrische Spannung bey ihrer Gegeneinanderbewegung nur sehr geringe, und war dabey der eine ruhend, während der andere stoßend oder drückend gegenbewegt wird, so erhält der bewegliche + E, der zu bewegende — E; wären beyde nur in Hinsicht ihrer Erwärmung verschieden, so erhält der heißere — E, der kältere + E (vorzüglich wenn sich der wärmere der Schmelzung nähert), jedoch scheint dies letztere Gesetz auch umgekehrt bey einigen Metallen zu gelten, z. B. wenn heißer Zink und kalter Zink sich berühren, so hat (bis zur Ausgleichung der Temperaturen zur mittleren) der heiße als solcher verbrennlichere + E, der kalte hingegen — E.

(Zus. zu S. 873. Th. I.). Herr Hauy *) hatte bemerket, daß die verschiedenen Arten, nach welchen sich in den Körpern Elektricität erregen läßt, uns auffallende Merkmahle an die Hand geben, welche zur Unterscheidung der Mineralien brauchbar sind.

Die merkwürdigste ist die Elektricitätserregung durch Erwärmung. Es sind 6 Arten von Mineralien bekannt, in welchen auf diese Art Elektricität erreget wird.

Die andere Art, die Elektricität zu erregen, ist bey idio-elektrischen Körpern das Reiben. Die erdigen Substanzen und salzigen nehmen dabey in der Regel die Glaselektricität, die brennbaren nicht metallischen Körper die Harzelektricität an. Von letztern ist der Diamant ausgenommen, welcher die Glaselektricität besitzet.

Die unelektrischen Körper lassen sich nur durch Mittheilung elektrisiren; und die Eigenschaft, auf diese Art elektrisch zu werden, haben die reguliniſchen Metalle im ausgezeichnetsten Grade. Das ist z. B. der Fall mit

*) Annales de Muséum d'histoire natur. N. 27. Tom. III. p. 309.

Digitized by Google

dem dem Jaspis beygemischten Eisen, dessen Gegenwart sich durch die Funken verräth, welche der auf einem elektrisirten Körper liegende Jaspis giebt, wenn man ihm den Finger nähert.

Herr Hauy kam auf den Gedanken, noch auf eine andere Art in den metallischen Substanzen Elektricität zu erregen, nämlich sie isolirt auf einem idio-elektrischen Körper zu reiben. Dieser Körper und das Metall nehmen dann entgegengesetzte Elektricitäten an, und das Metall behält sie, wenigstens eine kurze Zeit über bey. Reibt man so z. B. ein isolirtes Stück Zinn auf einem Seidenbande, so nimmt das Zinn die Harzelektricität, das seidene Band die Glaselektricität an, indes letzteres mit der Hand gerieben die Harzelektricität erhalten haben würde. Verschiedene Metalle geben auf diese Art behandelt verschiedene Arten von Elektricität; daher schien ihm dieses ein unterscheidendes Merkmahl mehr zu geben, welches die Mineralogie aus der Physik zu entlehnen habe.

Um ein Metall auf diese Art zu versuchen, klebte er ein Stückchen desselben, das er zuvor, wenn es nöthig war, eben feilte, mit Wachs an das Ende einer Stange Siegellack fest, führte es isolirt 5 oder 6 Mal auf einem Stücke Tuch hin und her, und berührte dann damit den Knopf eines Volta'schen Condensators. Diese Operation wiederholte er mehrmals. Beym Abheben des Condensatordeckels divergirte dann das Strohhalmelektrometer mit der dem Condensator mitgetheilten Elektricität, welche er auf die gewöhnliche Art bestimmte.

Folgendes sind die Resultate seiner bisherigen Versuche dieser Art mit Mineren und Metallen, wobey er auch diejenigen Metalle mit genommen hatte, die bis jetzt noch nicht gediegen in der Natur vorkommen und die nur Hüttenprodukte sind. Die, welche durch Reiben in vorzüglichem Grade elektrisch werden, hatte er besonders bezeichnet.

Digitized by Google

Die Glaselektricität nehmen an:
Zink, stark
Silber,
Wismuth, stark
Kupfer
Bley
Eisenglanz.

Die Harzelektricität nehmen an:
Platin
Gold
Zinn
Antimonium
Kupferfahlerz, stark
Kupferglaserz, stark
Kupferkies, stark
Bleyglanz,
Tellurium von Nayac, stark
Antimonium-Silber
Glaserz, stark
Nickel,
Glanzkobalt
Grauer Speiskobalt
Graues Antimoniumerz
Schwefelkies,
Magnetischer Eisenstein.

Bey diesen Versuchen hat sich Herr Hauy der natürlichen, gediegenen Metalle bedienet, und nur dann ein Hüttenmetall genommen, wenn das Metall selbst in der Natur nicht gediegen vorkömmt. Ferner hat er alle diese Versuche sehr oft wiederholet, und fast immer mit einerley Resultaten; der magnetische Eisenstein und der Eisenglanz waren beynahe die einzigen, bey welchen sich Anomalien zeigten, indem sie, nach Verschiedenheit der Umstände bald diese, bald jene Elektricität äußerten. Auch zeigte der Stahl, der gewöhnlich Glaselektricität annimmt, ähnliche Anomalien, welche vielleicht von seinem

Digitized by Google

verschiedenen Gehalte an Kohlenstoff oder von dem Grade seiner Härte abhangen.

Aus der angeführten Tabelle erhellet übrigens, daß in mehreren Fällen zwey in ihrem Aeußern ganz ähnliche metallische Substanzen sich durch den entgegengesetzten Erfolg beym Elektrisiren von einander unterscheiden lassen. So z. B. Platin und Silber, Silber und Antimonium-Silber, gediegenes Kupfer und Kupferkies, Eisenglanz und Fahlerz u. s. f. Auch kann bey einigen metallischen Substanzen die Stärke der Elektricität, die sie bey diesem Verfahren annehmen, als Kennzeichen dienen; so z. B. beym Kupferglaserz und Kupferfahlerz. Diese brauchen nur 8 oder 10 Mal über das Tuch hin und her geführet zu werden, um den Condensator oft bis zum Umschlagen der Strohhalme beym Aufheben des Deckels zu laden.

Herr W. Wilson *), welcher häufig mehrere Stunden lang über Feuer gedörrtes Holz bearbeitete, bemerkte sehr oft, daß die Späne an den eisernen Instrumenten und an andern Körpern hangen blieben. Durch diese Bemerkung wurde er veranlaßt, mehrere Versuche mit Holzspänchen, die er entweder durchs Schaben oder durchs Schneiden mit dem Messer erhielt, anzustellen. Er legte nämlich auf die Deckplatte eines Bennet'schen Elektrometers eine Zinnscheibe von 6 Zoll Durchmesser, und ließ nun einige Spänchen auf selbige fallen, wo alsdann die Goldblättchen sogleich zu divergiren anfiengen, und die Art der Elektricität zeigten. Diese seine Versuche gaben ihm folgende Resultate:

1. Wenn sehr trockenes Holz mit Fensterglas geschabet wird, sind die Holzspäne immer positiv-elektrisch.

2. Wird es mit einem Messer geschabt, das nicht sehr scharf ist, so gibt es, wenn es sehr heiß ist, positive, ist es aber durchaus kalt, negativ-elektrische Späne.

*) *Nicholson's* Journal Vol. IV. p. 49. Annales de Chimie. Tom. I. p. 27. 199.

Digitized by Google

3. Ist dagegen die Schneide des Messers ausserordentlich scharf, so sind die Späne immer negativ-elektrisch, das Holz mag heiß oder kalt seyn.

Die meisten Versuche wurden mit der isolirten Federmesserklinge angestellt; sie hatte jedesmal die entgegengesetzte Elektricität der Späne. Die Oberfläche des Holzes, da, wo der Span abgeschnitten war, zeigte sich nur sehr selten, und auch dann immer nur sehr schwach elektrisirt, und in diesen Fällen war die Elektricität derselben mit der schwächsten der beyden gleichartig.

Noch hatte er wiederholt gefunden, daß, wenn ein Stück trockenen und warmen Holzes plötzlich von einander gespalten wird, die beiden von einander gesonderten Flächen elektrisirt sind, und zwar die eine positiv und die andere negativ.

(Zus. zu S. 872. Th. I.) Herr Nicholson *) bemerket, daß fast bey jedem Versuche, in welchem das elektrische Licht erscheinet, die beiden Elektricitäten sich auffallend verschieden zeigen. Papier ist zum Beobachten des sichtbaren Ueberganges der Elektricität sehr geeignet. Läßt man einen starken elektrischen Strom auf ein ebenes isolirtes Blatt Papier fallen, so bildet er darauf einen schönen Stern von ohngefehr 4 Zoll Durchmesser, der aus sehr deutlichen Zweigen besteht, die sich nicht weiter verästeln. Die negative Elektricität wirft unter völlig gleichen Umständen mehrere zugespitzte Büschel auf das Papier, bildet aber keinen Stern auf der Papierfläche. Zu diesem Versuche diente ihm ein Cylinder von 7 Zoll Durchmesser.

Es dürfte also hiernach eine hohle Kugel aus Papier, oder eine mit Papier überklebte Glaskugel eine ergötzende Beyfügung zu dem elektrischen Apparate für Versuche im Dunkeln seyn.

Auch nahm Herr Cuthbertson **) eine noch unbemerkte Verschiedenheit in den Wirkungen der beyden

*) Nicholson's Journal Vol. II. p. 438.
**) Ebendas. Vol. III. p. 188.

Digitized by Google

Elektricität wahr. Man isolire nämlich zwey Drähte, welche sich mit Metallkugeln von etwa ¾ Zoll Durchmesser endigen, verbinde den einen mit dem positiven, den andern mit dem negativen Conduktor einer Elektrisirmaschine, entferne beyde Kugeln etwa 4 Zoll von einander und setze zwischen sie ein brennendes Licht, so daß der Mittelpunkt der Flamme sich ungefehr in der Mitte zwischen den Mittelpunkten beyder Kugeln befinde. Dreht man nun die Maschine, so fängt die Flamme an, sehr stark zu flackern; dabey scheint sie sich mehr nach der negativen Kugel hinzuneigen; doch ist dies sehr zweydeutig. Fährt man mit drehen fort, so fängt (bey einer Scheibe von 2 Fuß Durchmesser, etwa nach 50 Umdrehungen) die negative Kugel an, warm zu werden, indeß die positive kalt bleibt. Nach 200 Umdrehungen ist die negative Kugel so heiß, daß man sie nicht mehr anfassen kann, und die positive noch immer eben so kalt als zu Anfange.

Herr Cuthbertson betrachtete diese Thatsache als ein Zeichen, daß das elektrische Fluidum sich von den positiven zu den negativen Flächen hin bewege.

Sir Humph. Davy *) sucht diese Erscheinung aus der Unipolarität der Flamme zu erklären (m. s. Leiter, galvanische), vermöge welcher sie positiv-elektrisch, und daher nach der negativen Oberfläche hingezogen werde.

W. Th. Brande **) kam aber auf den Gedanken, daß diese Erscheinung noch eine andere Erklärung zulasse, und glaubte, daß sie wohl auf der chemischen Natur der angewendeten Körper beruhen könnte. Er wiederholte daher den Versuch, und fand, daß, wenn die Wirkung der Elektrisirmaschine nur schwach war, die negative Oberfläche nicht nur nicht schneller heiß wurde als die positive, sondern auch die Flamme und den Rauch sichtbar anzog. Als er aber das Licht fortnahm, und an die Stelle desselben brennenden Phosphor brachte, gab die Flamme

*) Elements of chem. Philos. Vol. I. p. 177.

**) Philosoph. Transact. of the Roy. societ. of London for 1814. P. I.

Digitized by Google

desselben die umgekehrten Erscheinungen; die positive Oberfläche wurde beträchtlich heißer, als die negative, und die Flamme und der Rauch des Phosphors kräftig nach ihr hingezogen. Er schloß hieraus, die Lichtflamme werde, weil sie Kohlenstoff und Wasserstoff in Menge enthalte, von dem negativen Pol angezogen, die Flamme und der Rauch des Phosphors dagegen von dem positiven Pole, weil beym Verbrennen des Phosphors Säure entstehe; und so würden diese Erscheinungen unmittelbare Folgen der bekannten Gesetze der elektrisch-chemischen Anziehungen seyn.

Um die Richtigkeit dieser Idee darzuthun, entschloß er sich, mehrere Versuche anzustellen. Hiezu gebrauchte er ein kleines Tischchen, auf welches der brennende Körper gesetzt wurde, und zu dessen entgegengesetzten Seiten, auf isolirenden Säulen, die einander genähert oder von einander entfernt werden konnten, sich zwey hohle Kugeln aus dünnem Messingblech befanden, von denen jede die Kugel eines mit seiner ganzen Skale über ihr herausragenden Thermometers in sich schloß. Die innere Seite des Messingblechs und die äußere der Thermometerkugeln waren mit Lampenruß matt schwarz gemacht, um das Aus- und das Einströmen der Wärme zu erleichtern. Die eine Kugel wurde mit dem positiven, und die andere mit dem negativen Leiter einer kleinen Nairn'schen Elektrisiemaschine von doppelter Wirkung in leitende Verbindung gesetzt, so daß der ganze Apparat vollkommen isolirt war.

Zuerst leitete er zwischen die beyden Kugeln einen kleinen Strom ölerzeugendes Gas und steckte ihn an; die Flamme wurde offenbar nach der negativen Kugel hingezogen. Sie blieb eine Minute lang brennen; beyde Thermometer hatten vorher auf 60° F. gestanden; am Ende des Versuchs aber stand das in der positiven Kugel auf 62° und das in der negativen Kugel auf 72° Fahr.

Der Versuch wurde mit Schwefel-Wasserstoffgas, mit Phosphor-Wasserstoffgas und mit Arsenik-Wasserstoffgas wiederholt. Die Flamme des erstern wurde von der ne-

Digitized by Google

gativen Kugel nur wenig angezogen, der schwefelsaure Dunst aber zog sich nach der positiven Kugel hinüber, und es stieg während einer Minute das Thermometer in der positiven Kugel um 3° und das in der negativen Kugel um 6° Fahr. Eine sehr kleine von dem andern Gas neigte sich ein wenig nach der positiven Kugel hin, und sie machte in einer Minute das positive Thermometer um 5° und das negative um 3° steigen. Eine größere Flamme schien nach beyden Kugeln gleichmäßig hingezogen zu werden, der saure Rauch zog aber immer nach der positiven Kugel. Die Flamme des letztern Gas endlich wurde von der negativen Kugel angezogen, der Rauch vom weißen Arsenik aber, der während des Verbrennens entstand, wurde ein wenig nach der positiven Kugel gezogen.

Die Flamme des Wasserstoffgas schien schwach nach der negativen Kugel hingezogen zu werden; die Thermometer in beyden Kugeln stiegen aber beynahe um gleich viel. In einem mit vorzüglicher Sorgfalt angestellten Versuche standen die beyden Thermometer anfangs auf 56°, und nachdem das Gas zwey Minuten lang gebrannt hatte, stieg das in der negativen Kugel auf 62° und das in der positiven auf 61°. Und als bey einem andern Versuch das Gas 5 Minuten lang gebrannt hatte, war das negative Thermometer um 4°, das positive um 2½° gestiegen.

Die Flamme eines sehr kleinen Stroms gasförmigen Kohlenstoffoxyds gab ein noch weniger deutliches Resultat. Einige Mal schien die Spitze der Flamme sich ein wenig nach der positiven Kugel zu neigen, die Thermometer stiegen aber genau um gleichviel. Als er aber den Versuch mit einem stärkern Gasstrome wiederholte, gieng die 3 bis 4 Zoll lange Flamme weit augenscheinlicher nach der positiven Kugel, die Temperatur aber stieg doch an dieser Seite weniger, als man hätte vermuthen sollen, und mehrmals, nachdem die Flamme 2 Minuten lang gebrannt hatte, nur um 2½ bis 3° höher als an der negativen Seite.

Digitized by Google

Die Flamme des brennenden Schwefels war zu kurz, als daß sich ihre Richtung wahrnehmen ließ; den schwefligsauren Dunst sah man aber nach der positiven Kugel hingehen. Die Flamme des Schwefel-Kohlenstoffs wurde von der negativen Kugel angezogen, während die sauren Dämpfe, die aufstiegen, die entgegengesetzte Richtung nahmen.

Befand sich lebhaft brennender Phosphor auf dem Tischchen, so wurden Flamme und phosphorigsaurer Dampf beyde stark nach der Kugel gezogen. Eben so der Dampf, der sich vom Phosphor beym langsamen Verbrennen in warmer Luft erhebt.

Ein kleiner Strom salzsaures Gas und ein ähnlicher salpetrigsaures Gas, welche er zwischen beyde Kugeln treten ließ, verhielten sich auf ganz gleiche Art; sie wurden sogleich von der positiven Kugel angezogen, und dies wurde noch sichtlicher, wenn er in der Luft um den Apparat Ammoniakgas brachte. Besonders auffallend wird diese Wirkung, wenn man beyde Kugeln mit Lakmuspapier überzieht, sie 6 Zoll eine von der andern stellt, und einen kleinen Gasstrom senkrecht aufwärts zwischen sie treten läßt. Wirkt die Elektrisirmaschine nicht zu stark, so ist das Papier der positiven Kugel im Augenblick geröthet, während das der negativen Kugel ihr Blau unverändert behält.

Nun verbrannte er Kalium zwischen beyde Kugeln. Die Flamme und der alkalische Dampf begaben sich nach der negativen Kugel. Ammoniakgas gab keine recht deutlichen Resultate, auch als er einen Strom zwischen beyde Kugeln treten ließ, nachdem er die Luft mit etwas salzsaurem Gas versehen hatte; es wurde von beyden Kugeln gleichmäßig angezogen oder abgestoßen. Als beyde Kugeln mit Curcumapapier überzogen waren, schien zwar die negative Kugel eher als die positive bräunlich zu werden, aber es dauerte nicht lange, so waren beyde Färbungen gleich stark.

Ein von mäßig erhitztem Benzoe sich erhebender Strom Benzoesäure schien von der positiven Kugel angezogen zu

Digitized by Google

werden; als sich aber der Benzoe entzündete, wurden die Flamme und die öhlige Materie sogleich zu der negativen hingezogen. Etwas reine Benzoesäure, die zwischen den beyden Kugeln aus einer silbernen Schale sublimirt wurde, zog sich nach dem positiven Pole, sobald aber die Säure sich entzündete, nahm der kohlenartige Rauch den Weg zur negativen Kugel.

Kampher und die Harze brennen mit vielem Ruß; Flamme und Rauch werden von der positiven Kugel zurückgestoßen, und zeigen die Anziehung dieses kohlenstoffartigen Körpers zu der negativen Kugel auf eine sehr auffallende Weise; sie überzieht sich bald dick mit Ruß, indeß die positive Kugel davon nur sehr wenig annimmt.

Der Bernstein verhält sich nach Art des Benzoe; wenn er blos geschmelzt ist, ziehen sich seine sauren Dämpfe nach der positiven Kugel, sobald er sich aber entzündet, gehen Flamme und Rauch zur negativen Kugel.

Bey diesen Versuchen kommt es vorzüglich darauf an, daß die Luft ganz in Ruhe und die elektrische Kraft nur schwach sey; erregt man zu starke Elektricität, so werden Flamme und Rauch, besonders wenn sie isolirt, oder Nichtleiter sind, von beyden Kugeln abwechselnd angezogen und abgestoßen.

Diese Versuche in ihrer Beziehung auf die elektrisch-chemische Theorie betrachtet, scheinen die Wirklichkeit einer den Körpern ursprünglich einwohnenden elektrischen Kraft am deutlichsten zu zeigen, vermöge welcher die Körper zwischen entgegengesetzten elektrischen Polen von dem einen angezogen und von dem andern abgestoßen werden. Da es nun schon lange den Physikern und besonders dem Herrn Wollaston gelungen war, mit der gewöhnlichen Elektricität dieselben chemischen Wirkungen hervorzubringen, welche die Volta'sche Säule giebt, so liefern die Versuche des Herrn Brande neue Beweise für die Identität der gewöhnlichen Elektricität mit der galvanischen in ihren Beziehungen auf die chemischen Wirkungen.

Digitized by Google

Isolatoren und Leiter bilden nach Ritter eine Spannungs- oder Elektricitäts-Erregungsreihe.

Sind zwey Körper einander vollkommen gleich, so ist deren elektrische Spannung bey ihrer Gegeneinanderbewegung nur sehr geringe, und war dabey der eine ruhend, während der andere stoßend oder drückend gegenbewegt wird, so erhält der bewegliche + E, der zu bewegende — E; wären beyde nur in Hinsicht ihrer Erwärmung verschieden, so erhält der heißere — E, der kältere + E (vorzüglich wenn sich der wärmere der Schmelzung nähert), jedoch scheint dies letztere Gesetz auch umgekehrt bey einigen Metallen zu gelten, z. B. wenn heißer Zink und kalter Zink sich berühren, so hat (bis zur Ausgleichung der Temperaturen zur mittleren) der heiße als solcher verbrennlichere + E, der kalte hingegen — E.

(Zus. zu S. 873. Th. I.). Herr Hauy *) hatte bemerket, daß die verschiedenen Arten, nach welchen sich in den Körpern Elektricität erregen läßt, uns auffallende Merkmahle an die Hand geben, welche zur Unterscheidung der Mineralien brauchbar sind.

Die merkwürdigste ist die Elektricitätserregung durch Erwärmung. Es sind 6 Arten von Mineralien bekannt, in welchen auf diese Art Elektricität erreget wird.

Die andere Art, die Elektricität zu erregen, ist bey idio-elektrischen Körpern das Reiben. Die erdigen Substanzen und salzigen nehmen dabey in der Regel die Glaselektricität, die brennbaren nicht metallischen Körper die Harzelektricität an. Von letztern ist der Diamant ausgenommen, welcher die Glaselektricität besitzet.

Die unelektrischen Körper lassen sich nur durch Mittheilung elektrisiren; und die Eigenschaft, auf diese Art elektrisch zu werden, haben die reguliniſchen Metalle im ausgezeichnetsten Grade. Das ist z. B. der Fall mit

*) Annales de Muséum d'histoire natur. N. 17. Tom. III. p. 309.

Digitized by Google

dem dem Jaspis beygemischten Eisen, dessen Gegenwart sich durch die Funken verräth, welche der auf einem elektrisirten Körper liegende Jaspis giebt, wenn man ihm den Finger nähert.

Herr Hauy kam auf den Gedanken, noch auf eine andere Art in den metallischen Substanzen Elektricität zu erregen, nämlich sie isolirt auf einem idio-elektrischen Körper zu reiben. Dieser Körper und das Metall nehmen dann entgegengesetzte Elektricitäten an, und das Metall behält sie, wenigstens eine kurze Zeit über bey. Reibt man so z. B. ein isolirtes Stück Zinn auf einem Seidenbande, so nimmt das Zinn die Harzelektricität, das seidene Band die Glaselektricität an, indes letzteres mit der Hand gerieben die Harzelektricität erhalten haben würde. Verschiedene Metalle geben auf diese Art behandelt verschiedene Arten von Elektricität; daher schien ihm dieses ein unterscheidendes Merkmahl mehr zu geben, welches die Mineralogie aus der Physik zu entlehnen habe.

Um ein Metall auf diese Art zu versuchen, klebte er ein Stückchen desselben, das er zuvor, wenn es nöthig war, eben feilte, mit Wachs an das Ende einer Stange Siegellack fest, führte es isolirt 5 oder 6 Mal auf einem Stücke Tuch hin und her, und berührte dann damit den Knopf eines Volta'schen Condensators. Diese Operation wiederholte er mehrmals. Beym Abheben des Condensatordeckels divergirte dann das Strohhalmelektrometer mit der dem Condensator mitgetheilten Elektricität, welche er auf die gewöhnliche Art bestimmte.

Folgendes sind die Resultate seiner bisherigen Versuche dieser Art mit Minern und Metallen, wobey er auch diejenigen Metalle mit genommen hatte, die bis jetzt noch nicht gediegen in der Natur vorkommen und die nur Hüttenprodukte sind. Die, welche durch Reiben in vorzüglichem Grade elektrisch werden, hatte er besonders bezeichnet.

Digitized by Google

Die Glaselektricität nehmen an:
Zink, stark
Silber,
Wismuth, stark
Kupfer
Bley
Eisenglanz.

Die Harzelektricität nehmen an:
Platin
Gold
Zinn
Antimonium
Kupferfahlerz, stark
Kupferglaserz, stark
Kupferkies, stark
Bleyglanz,
Tellurium von Nayac, stark
Antimonium-Silber
Glaserz, stark
Nickel,
Glanzkobalt
Grauer Speiskobalt
Graues Antimoniumerz
Schwefelkies,
Magnetischer Eisenstein.

Bey diesen Versuchen hat sich Herr Hauy der natürlichen, gediegenen Metalle bedienet, und nur dann ein Hüttenmetall genommen, wenn das Metall selbst in der Natur nicht gediegen vorkömmt. Ferner hat er alle diese Versuche sehr oft wiederholet, und fast immer mit einerley Resultaten; der magnetische Eisenstein und der Eisenglanz waren beynahe die einzigen, bey welchen sich Anomalien zeigten, indem sie, nach Verschiedenheit der Umstände bald diese, bald jene Elektricität äußerten. Auch zeigte der Stahl, der gewöhnlich Glaselektricität annimmt, ähnliche Anomalien, welche vielleicht von seinem

Digitized by Google

verschiedenen Gehalte an Kohlenstoff oder von dem Grade seiner Härte abhangen.

Aus der angeführten Tabelle erhellet übrigens, daß in mehreren Fällen zwey in ihrem Aeußern ganz ähnliche metallische Substanzen sich durch den entgegengesetzten Erfolg beym Elektrisiren von einander unterscheiden lassen. So z. B. Platin und Silber, Silber und Antimonium-Silber, gediegenes Kupfer und Kupferkies, Eisenglanz und Fahlerz u. s. f. Auch kann bey einigen metallischen Substanzen die Stärke der Elektricität, die sie bey diesem Verfahren annehmen, als Kennzeichen dienen; so z. B. beym Kupferglaserz und Kupferfahlerz. Diese brauchen nur 8 oder 10 Mal über das Tuch hin und her geführet zu werden, um den Condensator oft bis zum Umschlagen der Strohhalme beym Aufheben des Deckels zu laden.

Herr W. Wilson *), welcher häufig mehrere Stunden lang über Feuer gedörrtes Holz bearbeitete, bemerkte sehr oft, daß die Späne an den eisernen Instrumenten und an andern Körpern hangen blieben. Durch diese Bemerkung wurde er veranlaßt, mehrere Versuche mit Holzspänchen, die er entweder durchs Schaben oder durchs Schneiden mit dem Messer erhielt, anzustellen. Er legte nämlich auf die Deckplatte eines Bennet'schen Elektrometers eine Zinnscheibe von 6 Zoll Durchmesser, und ließ nun einige Spänchen auf selbige fallen, wo alsdann die Goldblättchen sogleich zu divergiren anfiengen, und die Art der Elektricität zeigten. Diese seine Versuche gaben ihm folgende Resultate:

1. Wenn sehr trockenes Holz mit Fensterglas geschabet wird, sind die Holzspäne immer positiv-elektrisch.

2. Wird es mit einem Messer geschabt, das nicht sehr scharf ist, so gibt es, wenn es sehr heiß ist, positiv-, ist es aber durchaus kalt, negativ-elektrische Späne.

*) *Nicholson's* Journal Vol. IV. p. 49. Annales de Chimie. Tom. I. p. 27. 199.

Digitized by Google

3. Ist dagegen die Schneide des Messers außerordentlich scharf, so sind die Späne immer negativ-elektrisch, das Holz mag heiß oder kalt seyn.

Die meisten Versuche wurden mit der isolirten Federmesserklinge angestellt; sie hatte jedesmal die entgegengesetzte Elektricität der Späne. Die Oberfläche des Holzes, da, wo der Span abgeschnitten war, zeigte sich nur sehr selten, und auch dann immer nur sehr schwach elektrisirt, und in diesen Fällen war die Elektricität derselben mit der schwächsten der beyden gleichartig.

Noch hatte er wiederholt gefunden, daß, wenn ein Stück trockenen und warmen Holzes plötzlich von einander gespalten wird, die beiden von einander gesonderten Flächen elektrisirt sind, und zwar die eine positiv und die andere negativ.

(Zus. zu S. 872. Th. I.) Herr Nicholson *) bemerket, daß fast bey jedem Versuche, in welchem das elektrische Licht erscheinet, die beiden Elektricitäten sich auffallend verschieden zeigen. Papier ist zum Beobachten des sichtbaren Ueberganges der Elektricität sehr geeignet. Läßt man einen starken elektrischen Strom auf ein ebenes isolirtes Blatt Papier fallen, so bildet er darauf einen schönen Stern von ohngefehr 4 Zoll Durchmesser, der aus sehr deutlichen Zweigen besteht, die sich nicht weiter verästeln. Die negative Elektricität wirft unter völlig gleichen Umständen mehrere zugespitzte Büschel auf das Papier, bildet aber keinen Stern auf der Papierfläche. Zu diesem Versuche diente ihm ein Cylinder von 7 Zoll Durchmesser.

Es dürfte also hiernach eine hohle Kugel aus Papier, oder eine mit Papier überklebte Glaskugel eine ergötzende Beyfügung zu dem elektrischen Apparate für Versuche im Dunkeln seyn.

Auch nahm Herr Cuthbertson **) eine noch unbemerkte Verschiedenheit in den Wirkungen der beyden

*) Nicholson's Journal Vol. II. p. 438.
**) Ebendas. Vol. III. p. 188.

Digitized by Google

Elektricität wahr. Man isolire nämlich zwey Drähte, welche sich mit Metallkugeln von etwa ¾ Zoll Durchmesser endigen, verbinde den einen mit dem positiven, den andern mit dem negativen Conduktor einer Elektrisirmaschine, entferne beyde Kugeln etwa 4 Zoll von einander und setze zwischen sie ein brennendes Licht, so daß der Mittelpunkt der Flamme sich ungefehr in der Mitte zwischen den Mittelpunkten beyder Kugeln befinde. Dreht man nun die Maschine, so fängt die Flamme an, sehr stark zu flackern; dabey scheint sie sich mehr nach der negativen Kugel hinzuneigen; doch ist dies sehr zweydeutig. Fährt man mit drehen fort, so fängt (bey einer Scheibe von 2 Fuß Durchmesser, etwa nach 50 Umdrehungen) die negative Kugel an, warm zu werden, indeß die positive kalt bleibt. Nach 200 Umdrehungen ist die negative Kugel so heiß, daß man sie nicht mehr anfassen kann, und die positive noch immer eben so kalt als zu Anfange.

Herr Cuthbertson betrachtete diese Thatsache als ein Zeichen, daß das elektrische Fluidum sich von den positiven zu den negativen Flächen hin bewege.

Sir Humph. Davy *) sucht diese Erscheinung aus der Unipolarität der Flamme zu erklären (m. s. Leiter, galvanische), vermöge welcher sie positiv-elektrisch, und daher nach der negativen Oberfläche hingezogen werde.

W. Th. Brande **) kam aber auf den Gedanken, daß diese Erscheinung noch eine andere Erklärung zulasse, und glaubte, daß sie wohl auf der chemischen Natur der angewendeten Körper beruhen könnte. Er wiederholte daher den Versuch, und fand, daß, wenn die Wirkung der Elektrisirmaschine nur schwach war, die negative Oberfläche nicht nur nicht schneller heiß wurde als die positive, sondern auch die Flamme und den Rauch sichtbar anzog. Als er aber das Licht fortnahm, und an die Stelle desselben brennenden Phosphor brachte, gab die Flamme

*) Elements of chem. Philos. Vol. I. p. 177.

**) Philosoph. Transact. of the Roy. societ. of London for 1814. P. I.

Digitized by Google

desselben die umgekehrten Erscheinungen; die positive Oberfläche wurde beträchtlich heißer, als die negative, und die Flamme und der Rauch des Phosphors kräftig nach ihr hingezogen. Er schloß hieraus, die Lichtflamme werde, weil sie Kohlenstoff und Wasserstoff in Menge enthalte, von dem negativen Pol angezogen, die Flamme und der Rauch des Phosphors dagegen von dem positiven Pole, weil beym Verbrennen des Phosphors Säure entstehe; und so würden diese Erscheinungen unmittelbare Folgen der bekannten Gesetze der elektrisch-chemischen Anziehungen seyn.

Um die Richtigkeit dieser Idee darzuthun, entschloß er sich, mehrere Versuche anzustellen. Hiezu gebrauchte er ein kleines Tischchen, auf welches der brennende Körper gesetzt wurde, und zu dessen entgegengesetzten Seiten, auf isolirenden Säulen, die einander genähert oder von einander entfernt werden konnten, sich zwey hohle Kugeln aus dünnem Messingblech befanden, von denen jede die Kugel eines mit seiner ganzen Skale über ihr heraustragenden Thermometers in sich schloß. Die innere Seite des Messingblechs und die äußere der Thermometerkugeln waren mit Lampenruß matt schwarz gemacht, um das Aus- und das Einströmen der Wärme zu erleichtern. Die eine Kugel wurde mit dem positiven, und die andere mit dem negativen Leiter einer kleinen Nairn'schen Elektrisirmaschine von doppelter Wirkung in leitende Verbindung gesetzt, so daß der ganze Apparat vollkommen isolirt war.

Zuerst leitete er zwischen die beyden Kugeln einen kleinen Strom ölerzeugendes Gas und steckte ihn an; die Flamme wurde offenbar nach der negativen Kugel hingezogen. Sie blieb eine Minute lang brennen; beyde Thermometer hatten vorher auf 60° F. gestanden; am Ende des Versuchs aber stand das in der positiven Kugel auf 62° und das in der negativen Kugel auf 72° Fahr.

Der Versuch wurde mit Schwefel-Wasserstoffgas, mit Phosphor-Wasserstoffgas und mit Arsenik-Wasserstoffgas wiederholt. Die Flamme des erstern wurde von der ne-

Digitized by Google

gativen Kugel nur wenig angezogen, der schwefelsaure Dunst aber zog sich nach der positiven Kugel hinüber, und es stieg während einer Minute das Thermometer in der positiven Kugel um 3° und das in der negativen Kugel um 6° Fahr. Eine sehr kleine von dem andern Gas neigte sich ein wenig nach der positiven Kugel hin, und sie machte in einer Minute das positive Thermometer um 5° und das negative um 3° steigen. Eine größere Flamme schien nach beyden Kugeln gleichmäßig hingezogen zu werden, der saure Rauch zog aber immer nach der positiven Kugel. Die Flamme des letztern Gas endlich wurde von der negativen Kugel angezogen, der Rauch vom weißen Arsenik aber, der während des Verbrennens entstand, wurde ein wenig nach der positiven Kugel gezogen.

Die Flamme des Wasserstoffgas schien schwach nach der negativen Kugel hingezogen zu werden; die Thermometer in beyden Kugeln stiegen aber beynahe um gleich viel. In einem mit vorzüglicher Sorgfalt angestellten Versuche standen die beyden Thermometer anfangs auf 56°, und nachdem das Gas zwey Minuten lang gebrannt hatte, stieg das in der negativen Kugel auf 62° und das in der positiven auf 61°. Und als bey einem andern Versuch das Gas 5 Minuten lang gebrannt hatte, war das negative Thermometer um 4°, das positive um 2½° gestiegen.

Die Flamme eines sehr kleinen Stroms gasförmigen Kohlenstoffoxyds gab ein noch weniger deutliches Resultat. Einige Mal schien die Spitze der Flamme sich ein wenig nach der positiven Kugel zu neigen, die Thermometer stiegen aber genau um gleichviel. Als er aber den Versuch mit einem stärkern Gasstrome wiederholte, gieng die 3 bis 4 Zoll lange Flamme weit augenscheinlicher nach der positiven Kugel, die Temperatur aber stieg doch an dieser Seite weniger, als man hätte vermuthen sollen, und mehrmals, nachdem die Flamme 2 Minuten lang gebrannt hatte, nur um 2½ bis 3° höher als an der negativen Seite.

Digitized by Google

Die Flamme des brennenden Schwefels war zu kurz, als daß sich ihre Richtung wahrnehmen ließ; den schwefligsauren Dunst sah man aber nach der positiven Kugel hingehen. Die Flamme des Schwefel-Kohlenstoffs wurde von der negativen Kugel angezogen, während die sauren Dämpfe, die aufstiegen, die entgegengesetzte Richtung nahmen.

Befand sich lebhaft brennender Phosphor auf dem Tischchen, so wurden Flamme und phosphorigsaurer Dampf beyde stark nach der Kugel gezogen. Eben so der Dampf, der sich vom Phosphor beym langsamen Verbrennen in warmer Luft erhebt.

Ein kleiner Strom salzsaures Gas und ein ähnlicher salpetrigsaures Gas, welche er zwischen beyde Kugeln treten ließ, verhielten sich auf ganz gleiche Art; sie wurden sogleich von der positiven Kugel angezogen, und dies wurde noch sichtlicher, wenn er in der Luft um den Apparat Ammoniakgas brachte. Besonders auffallend wird diese Wirkung, wenn man beyde Kugeln mit Lakmuspapier überzieht, sie 6 Zoll eine von der andern stellt, und einen kleinen Gasstrom senkrecht aufwärts zwischen sie treten läßt. Wirkt die Elektrisirmaschine nicht zu stark, so ist das Papier der positiven Kugel im Augenblick geröthet, während das der negativen Kugel ihr Blau unverändert behält.

Nun verbrannte er Kalium zwischen beyde Kugeln. Die Flamme und der alkalische Dampf begaben sich nach der negativen Kugel. Ammoniakgas gab keine recht deutlichen Resultate, auch als er einen Strom zwischen beyde Kugeln treten ließ, nachdem er die Luft mit etwas salzsaurem Gas versehen hatte; es wurde von beyden Kugeln gleichmäßig angezogen oder abgestoßen. Als beyde Kugeln mit Curcumapapier überzogen waren, schien zwar die negative Kugel eher als die positive bräunlich zu werden, aber es dauerte nicht lange, so waren beyde Färbungen gleich stark.

Ein von mäßig erhitztem Benzoe sich erhebender Strom Benzoesäure schien von der positiven Kugel angezogen zu

Digitized by Google

werden; als sich aber der Benzoe entzündete, wurden die Flamme und die ölige Materie sogleich zu der negativen hingezogen. Etwas reine Benzoesäure, die zwischen den beyden Kugeln aus einer silbernen Schale sublimirt wurde, zog sich nach dem positiven Pole, sobald aber die Säure sich entzündete, nahm der kohlenartige Rauch den Weg zur negativen Kugel.

Kampher und die Harze brennen mit vielem Ruß; Flamme und Rauch werden von der positiven Kugel zurückgestoßen, und zeigen die Anziehung dieses kohlenstoffartigen Körpers zu der negativen Kugel auf eine sehr auffallende Weise; sie überzieht sich bald dick mit Ruß, indeß die positive Kugel davon nur sehr wenig annimmt.

Der Bernstein verhält sich nach Art des Benzoe; wenn er blos geschmelzt ist, ziehen sich seine sauren Dämpfe nach der positiven Kugel, sobald er sich aber entzündet, gehen Flamme und Rauch zur negativen Kugel.

Bey diesen Versuchen kommt es vorzüglich darauf an, daß die Luft ganz in Ruhe und die elektrische Kraft nur schwach sey; erregt man zu starke Elektricität, so werden Flamme und Rauch, besonders wenn sie isolirt, oder Nichtleiter sind, von beyden Kugeln abwechselnd angezogen und abgestoßen.

Diese Versuche in ihrer Beziehung auf die elektrisch-chemische Theorie betrachtet, scheinen die Wirklichkeit einer den Körpern ursprünglich einwohnenden elektrischen Kraft am deutlichsten zu zeigen, vermöge welcher die Körper zwischen entgegengesetzten elektrischen Polen von dem einen angezogen und von dem andern abgestoßen werden. Da es nun schon lange den Physikern und besonders dem Herrn Wollaston gelungen war, mit der gewöhnlichen Elektricität dieselben chemischen Wirkungen hervorzubringen, welche die Volta'sche Säule giebt, so liefern die Versuche des Herrn Brande neue Beweise für die Identität der gewöhnlichen Elektricität mit der galvanischen in ihren Beziehungen auf die chemischen Wirkungen.

Digitized by Google

Es ist leicht, auf diesem Wege die Anziehung der Säuren von den positiv-elektrischen und die der Alkalien und verbrennlichen Körper von den negativ-elektrisirten Oberflächen nachzuweisen, und die Theorie, daß die gegenseitige Anziehung beyder von ihrem entgegengesetzten elektrischen Zustande herrühre, durch Versuche zu bestätigen, welche nicht minder entscheidend sind, als die mit Volta'schen Apparaten angestellten. Der Phosphor, so wohl beym schnellen als beym langsamen Verbrennen, und die Bezoesäure, geben die auffallendsten Beweise der Wirkung der ersten Art, und Kalium und Kampher eben so deutliche Beyspiele der zweyten Art.

Einige Umstände, welche man schwerlich a priori hätte voraussehen können, bleiben indeß immer noch schwierig zu erklären. Warum z. B. die Flamme des Kohlen-Wasserstoffgas, welche Wasser und kohlensaures Gas zu Produkten der Verbrennung giebt, ganz und stark von der negativen Oberfläche angezogen wird, indeß die Flamme des gasförmigen Kohlenstoffoxyds, welche blos Kohlensäure erzeuget, weder von dem einen noch von dem andern Pole deutlich angezogen wird. Um jedoch hierüber einige Gewißheit zu erhalten, legte Brande auf jede der beyden Kugeln einen kleinen Streifen Leinwand, die er in einer Auflösung ätzenden Kali's getaucht hatte, ließ während das Elektrisirens zwischen ihnen einen Strom kohlensaures Gas aus einer kleinen Röhre treten, und tauchte dann die Streifen in verdünnte Salzsäure. Das heftigere Aufbrausen sollte ihm nachweisen, nach welcher Kugel sich die Kohlensäure gewendet habe. Im Ganzen zeigte in der That der Streifen der positiven Kugel ein stärkeres Aufbrausen, doch nicht auf eine so ausgezeichnete Art, als man es hätte erwarten sollen; und das Verfahren giebt überhaupt nicht die nöthige Genauigkeit.

Einen andern merkwürdigen ähnlichen Versuch unter gewissen Abänderungen führt Herr Muncke *) an: Man nehme eine glimmende Kohle, ein brennendes Licht auf

*) Gilbert's Annalen. B. XLI. S. 95.

Digitized by Google

einem metallenen Leuchter, oder, womit der Versuch am leichtesten und deutlichsten ist, eine brennende Räucherkerze, setze sie zuerst auf den positiven Conduktor, und sodann auf den negativen, setze die Maschine jedesmal in eine gleichförmige Bewegung und nähere ihr eine nicht isolirte Spitze in gleichen Entfernungen, am besten, von ½ bis 1 Zoll; so wird in beyden Fällen ein Blasen von der Spitze nach dem Gegenstande bemerkbar seyn; bey der Maschine des Herrn Muncke war dieß Blasen so stark, daß ein gewöhnliches Licht von Unschlitt oder Wachs fast ausgeblasen wurde. Hiernächst setze man einen der genannten Gegenstände auf ein nicht isolirtes Gestelle, und halte beym gleichförmigen Gange einer Maschine eine isolirte metallene Spitze, die man zuerst mit dem positiven, und nachher mit dem negativen Conduktor in Verbindung gesetzet hat, in der angezeigten Entfernung dagegen; es wird in beyden Fällen ein gleiches Blasen aus der Spitze nach dem Gegenstande wahrgenommen werden. Hieraus geben also alle vier, bisher zu je zweyen als entgegengesetzt betrachteten Veränderungen der erregten Elektricität gleiche Resultate. Herr Muncke enthält sich zwar jeder Erklärung dieses Versuchs, er scheint aber offenbar auf ein Einziges Prinzip hinzuweisen, aus welchem alle elektrische Erscheinungen erfolgen.

Ueberdem hatte Herr Muncke beständig die Funken der negativen Elektricität an dem ersten mit den Reibzeugen in Verbindung gesetzten Conduktor fast um ein Drittheil bis die Hälfte kleiner gefunden, als den der positiven Elektricität; und gleichwohl wurde die nämliche Flasche in ganz gleicher Entfernung durch eine gleiche Anzahl, in gleicher Geschwindigkeit geschehene Umdrehungen der Maschine, auf einen gleichen Grad der Spannung geladen, wovon sich also auf eine gleiche Intensität beyder Elektricitäten schließen läßt. Indessen schien ihm dieser Versuch noch nicht genügend zu seyn.

(Zus. zu S. 832. Th. 1.) Bisher hatte man immer noch gestritten, ob die elektrische Kraft in einem wirk-

Digitized by Google

sich leeren Luftraum statt finden könne. Man sieht wohl, daß hiemit die Frage überhaupt in Verbindung steht, welchen Einfluß hat der verschiedene Druck der Atmosphäre auf die Entstehung der Elektricität? Diese Frage ist erst vor einigen Jahren durch Herrn Joh. Phil. Dessaignes a) untersucht worden. Um genügthuende Resultate zu erhalten, und diese Untersuchung nicht allein auf die atmosphärische Luft einzuschränken, ließ er sich einen eigenen Apparat vom Herrn Dumotiez verfertigen, den man mit allen Gasarten anfüllen, dann trocknen, und zu jedem beliebigen Grade verdünnen und verdichten, auch eine kleine Elektrisirmaschine in Bewegung bringen konnte. Dieser Apparat bestand aus einem Recipienten von 6 Litre (300 Par. Kubikzoll) Inhalt, auf welchem eine Messingplatte aufgekittet war. In dieser Platte befand sich eine kreisförmige Oeffnung von 0,216 Meter (8 Zoll) Durchmesser, welche sich mit einer andern dicken Messingplatte vermöge 4 Schrauben, nachdem ein gehöriger Lederring zwischen beyden Platten gelegt worden, luftdicht verschließen ließ. Diese obere Platte hatte selbst 4 Oeffnungen; an zwey derselben waren starke Hähne, an den beyden andern kurze Röhren oder Tüllen angeschraubt, durch deren eine die Axe einer kleinen in dem Recipienten befindlichen Elektrisirmaschine und durch deren andere ein isolirter Leiter hindurch ging, mittelst dessen sich die erregte Elektricität nach Willkühr entladen und abführen ließ. Die Elektrisirmaschine bestand aus einem 0,07 Meter (2,6 Zoll) dicken Cylinder aus Siegellack, welcher an dem durch die Tülle gehenden und außen mit einer Kurbel versehenen Messingstabe angeschraubt war, und aus einem wollenen Reibzeuge, das an einer an der obern Platte angeschraubten Stahlfeder festsaß. Am Boden des Recipienten stand ein de Saussure'scher oder Volta'scher Elektrometer mit einer metallenen Spitze, die sich dem Cylinder bis auf 1 Millimeter (½ Linie) näherte, und daneben eine Blechschale voll geglühetem ätzendem Kali

a) Journal de physique. Mars 1814.

über schwefelsaurem Kalke. Auch konnte er noch ein de Sauſſure'sches Hygrometer mit meſſingenem Fuß hineinſetzen, das er dazu ausdrücklich hatte machen laſſen, und das, wie gewöhnlich, mit einem Thermometer versehen war.

Wenn die Luft in dieſem Apparate verdünnt werden ſollte, ſo ſchraubte man eine biegſame Röhre mit ihrem einen Ende auf einen der beyden Hähne, mit dem andern auf eine Luftpumpe; und an den zweyten Hahn ſchraubte man eine Barometerröhre, deren unteres Ende in einer Taſſe voll Queckſilber ſtand, und die an eine hölzerne, von dem Queckſilberſtande aufwärts in Zolle und Linien getheilte Skale befeſtiget war. Soll die Luft verdichtet werden, ſo vertauſchte man die Luftpumpe mit der Compreſſionspumpe und das Barometer mit einem Manometer.

Um den Apparat mit einem Gas ſo zu füllen, daß er möglichſt frey von atmoſphäriſcher Luft blieb, ſetzte er die Verdünnungspumpe mit dem einen, und die Verdichtungspumpe mit dem andern Hahne in Verbindung, und ſchraubte an dem Seitenarm der mit der Hand zu bewegenden Compreſſionspumpe eine bleyerne Röhre an, die nach dem Hahnſtück eines auf der pneumatiſchen Wanne ſtehenden, mit Waſſer gefüllten Recipienten hinführte. Dieſen pneumatiſchen Recipienten füllte er mit Gas, mit welchem der Verſuch angeſtellt werden ſollte, pumpte dann die Luft aus dem Apparate, und aus der bleyernen Röhre ſo weit als möglich aus, ließ alsdenn einen Antheil Gas in den Apparat ſteigen, pumpte auch ihn wieder ſo weit als möglich aus, und öffnete die Hähne, um das Gas aus dem pneumatiſchen Recipienten frey in den Apparat treten zu laſſen. War der Apparat möglichſt luftleer gemacht worden, ſo blieb er in dieſem Zuſtande eine Stunde lang ohne alle Veränderung. Uebrigens ſuchte er die Gasarten durch die beſten bekannten Mittel, die er zu ſeinen Verſuchen gebrauchte, ganz rein zu erhalten.

Digitized by Google

Um nun gewiß zu seyn, daß die Feuchtigkeit keinen Antheil an den Versuchen habe, wobey die elektrische Kraft verschwindet, wurde es nöthig, daß er den Gang des Hygrometers während aller Modificationen, welchen er die Gasarten unterwarf, genau beobachtete. Wenn dieser Apparat gut calcinirtes, ätzendes Kali enthielt, so gieng das Maximum der Feuchtigkeit in ihm nicht über 60° hinaus, für Gasarten, die mit Feuchtigkeit gesättiget waren. In der atmosphärischen Luft läßt sich aber sehr gut Elektricität erregen, wenn sie auch 85 Grad Feuchtigkeit besitzet; daher hatte er in Hinsicht der Feuchtigkeit bey Anwendung dieser Maasregel wegen Entstehung der Elektricität in seinem Apparate kein Mißlingen zu befürchten.

Zuerst war er neugierig, ob in völlig trockener und gegen alle Feuchtigkeit geschützter Luft in einem verschlossenen Apparate, worin sich ätzendes Kali befand, die Elektricität derselben Veränderlichkeit unterworfen sey, die sich in ihr in freyer Luft so häufig findet. Beym Frost im December und Januar fand er, daß 6 Umdrehungen der Maschine hinreichten, die kleinen Kugeln des Elektrometer 27 Millimeter (1 Zoll) aus einander zu treiben, indeß an den warmen Tagen des Februar, selbst bey 30 bis 40 Umdrehungen des Cylinders, gar keine oder nur höchst schwache Elektricität erreget wurde. Dieser Versuch überraschte ihn, aber er hat sich mehrere Malen wiederholt bestätiget.

Um nun auch den Einfluß des Luftdrucks, so gut, als den der Temperatur, auf die Kraft der Elektricität auszumitteln, benutzte er einen Tag, wo das Barometer auf 0,771 Meter, und das Hygrometer auf 80° stand, und die natürliche Elektricität so stark war, daß das Elektrometer bey der ersten Umdrehung seines Siegellack-Cylinders um 6, und bey der zweyten um 30 Millimeter aus einander giengen. Beym Auspumpen der Luft aus dem Apparate schloß er nach jedem Kolbenzuge den Hahn, so daß die Barometerprobe jedes

Digitized by Google

mal nur um 27 Millimeter anstieg. Als diese Probe auf 540 Millimeter angestiegen war, kamen die Kennzeichen des Elektrometer beym ersten Umdrehen des Cylinders zum Anschlagen. Von diesem Punkte an nahm beym weitern allmähligen Auspumpen auch die Intensität der Elektricität nach und nach wieder ab, so daß, als die Barometerprobe auf 762 Millimeter, also nur 9 Millimeter niedriger als unter der torricellischen Leere stund, die elektrische Kraft völlig verschwunden war, und 40 bis 50 Umdrehungen des Cylinders auch nicht die geringste Spur von Elektricität gaben. Als die Luft allmählig wieder zugelassen wurde, erschien auch die Elektricität, anfänglich schwach wieder, und stieg in der Stärke bis auf einen gewissen Punkt, von welchem an die Elektricität beym Einströmen von mehr Luft wieder abnahm, bis sie endlich, als die Luft ganz eingetreten war, ungefähr wieder zu derselben Stärke, wie Anfangs herabkam.

An andern Tagen, wo die elektrische Spannung nur schwach war, wuchs zwar auch die Elektricität beym Verdünnen der Luft, aber um sehr viel weniger, und hörte auf, als die Luft noch nicht um $\frac{1}{3}$ verdünnt war. Auch stieg sie beym Zulassen der Luft wieder, wuchs aber nicht und war, nachdem alle Luft hineingetreten war, oft so geschwächt, daß sich durchs Drehen des Cylinders kein Zeichen von Elektricität erhalten ließ.

An solchen Tagen, wo sich im Apparate, der durch ätzendes Kali ausgetrocknet war, gar keine Elektricität erregen ließ, wie dies bey heißem und stillem Wetter der Fall war, ließ sich dieß auch nicht weder beym Verdünnen noch beym Wieder-Eintreten der Luft bewirken. Ueberhaupt ergab sich, daß, je stärker die natürliche Spannung der Elektricität war, sie beym Verdünnen der Luft um so mehr wuchs, die Verdünnung desto weiter getrieben werden mußte, um sie ganz zu verlöschen, und sie beym Wieder-Eintreten der Luft ihre anfängliche Kraft desto schneller wieder erlangte.

Digitized by Google

Man könnte vermuthen, der Grund, warum das Elektrometer in dem luftleeren Raume keine Elektricität zeige, liege darin, daß sich die elektrische Flüssigkeit in dem Apparate immer mehr zerstreue, je weiter die Verdünnung getrieben werde, und auf das Elektrometer nicht mehr wirken könne. Um hierüber zu entscheiden, führte er dem Elektrometer, nachdem die Luft aus dem Apparate möglichst ausgepumpet war, mittelst des äußern Leiters ein wenig Elektricität aus einer geriebenen Siegellackstange zu. Die Kugeln giengen sogleich aus einander, das Elektrometer behielt seine Divergenz ungeschwächt zwey Stunden lang, und beym Drehen des Cylinders äußerte sich keine Einwirkung auf dasselbe.

Wenn man an Tagen starker Spannung, nachdem man einen Theil der Luft aus dem Apparate ausgepumpt hat, den Cylinder mehrmals umdrehet, und dann bloß die Elektricität des Elektrometer und nicht auch zugleich die des Cylinders aufhebt, so gehn, ohne daß der Cylinder beweget wird, bey jedem Grade fortgesetzter Verdünnung die Kügelchen um 6 und selbst um 12 Millimeter aus einander, je nachdem die Elektricität an dem Tage stärker ist. Dies geschieht jedoch nur bis zu dem Grade der Verdünnung, über welchen hinaus die elektrische Kraft wieder schwächer wird.

Hiernächst schritt Desfaignes zu den Versuchen mit verdichteter Luft. Das Manometer zeigte Zunahmen der Dichtigkeit um $\frac{1}{2}$ des Drucks der Atmosphäre. Die Versuche wurden bey stufenweise zunehmender Dichtigkeit, gerade so als in verdünnter Luft angestellt, und 20 derselben gaben folgende Resultate.

An Tagen starker elektrischer Spannung, wenn 6 Umdrehungen des Cylinders das Elektrometer um 30 Millimeter aus einander trieben, nahm die Intensität der Elektricität bey Verdichtung der Luft Anfangs zu, indem die Kügelchen, das Elektrometer als die Luft um $\frac{1}{3}$ verdichtet war, bey dem, und als sie um $\frac{1}{2}$ verdichtet war, bey zwey Umdrehungen des Cylinders, um 30 Millimeter aus

Digitized by Google

einander giengen. Als die Verdichtung der Luft bis zur Hälfte stieg, war die Elektricität schon geschwächt, und von da an nahm sie in eben dem Verhältnisse ab, als die Verdichtung zunahm. In Luft, die um $\frac{1}{3}$ verdichtet war, brachten 10 Umdrehungen des Cylinders nur eine Divergenz von 1 Millimeter hervor, und als die Verdichtung noch weiter getrieben wurde, war jedes Zeichen der Elektricität verschwunden. Auch als die Luft am stärksten zusammengedrückt war, stieg das Hygrometer nicht über 58° hinauf, und einige Minuten nachher fiel es auf Trockenheit herab.

Nachdem die Luft im Zustande der Dichtigkeit mehrere Stunden lang im Apparate erhalten und zu diesem Ende von Zeit zu Zeit einige Kolbenstöße Luft nachgefüllt wurden, so gieng daraus hervor, daß die elektrische Kraft in diesem Zustande erloschen blieb. Als aber die verdichtete Luft nach und nach wieder herausgelassen wurde, zeigte sich auch die Elektricität wieder, und zwar schon bey der ersten Umdrehung des Cylinders sehr schwach; dann aber immer stärker in dem Verhältnisse, wie sich die Luft verdünnte, und das mit solcher Kraft, daß bey jeder Stufe des Ausströmens der Luft die Intensität der Elektricität 4 Mal größer zu seyn schien, als bey den gleich großen Stufen der Compression. Hatte die Luft im Apparate mit der äußern Luft einerley Dichtigkeit, so wurden bey der ersten Umdrehung des Cylinders die Kügelchen des Elektrometer bis zum Anschlagen an die Glaswände aus einander getrieben, indeß sie von der Condensation der Luft bey einer Umdrehung nur um 6 Millimeter aus einander giengen.

An Tagen schwacher Elektricität, wo das Elektrometer erst bey der sechsten Umdrehung des Cylinders um 9 Millimeter aus einander trat, wurde beym Verdichten der Luft keine Zunahme der elektrischen Kraft bemerkt, vielmehr nahm sie ab, sobald die Verdichtung über $\frac{1}{3}$ hinaus gieng, und war gänzlich verschwunden, als die Verdichtung bis auf $\frac{1}{2}$, ja selbst nur bis auf $\frac{1}{4}$ gestiegen war.

Digitized by Google

Wurde alsdann stufenweise und langsam die Luft aus dem Apparat wieder herausgelassen, so erschien die Elektricität sogleich wieder, und bey der ersten Stufe ziemlich stark; schwächte sich dann aber in dem Verhältnisse, wie die Verdünnung fortschreitet, bis die innere Luft mit der äußern ins Gleichgewicht kam, in welchem Falle oft bey 10 bis 12 Umdrehungen des Cylinders keine Spur von Elektricität zu bemerken war.

Zu Zeiten, wo die elektrische Spannung Null, und durch fortgesetztes Umdrehen des Cylinders keine Elektricität zu erhalten war, konnte auch beym Verdichten der Luft bis um $\frac{1}{2}$ keine erhalten werden; bey fortgesetzter Verdichtung aber zeigte sich bey der zweyten Umdrehung des Cylinders Elektricität, und wurde bey einer Verdichtung um $\frac{2}{3}$ ziemlich stark, nahm dann aber bey höherer Verdichtung wieder ab, und verschwand ganz, als die Verdichtung über $\frac{3}{4}$ hinaus gekommen war. Nachdem hienächst die Luft wieder zur natürlichen Dichtigkeit zurück gekommen war, konnte keine Elektricität durchs Reiben hervorgebracht werden.

Ueberhaupt je stärker die natürliche Spannung der Elektricität ist, desto mehr nimmt sie gleich bey der ersten Stufe der Dichtigkeit der Luft zu, wird aber nach der endlichen Vernichtung bey zunehmender Dichtigkeit der Luft desto wirksamer wieder, wenn die Luft im Apparate mit der äußern wieder ins Gleichgewicht kommt. Das Umgekehrte findet an Tagen schwacher Spannung statt.

Wenn an Tagen starker elektrischer Spannung der Cylinder mehrmals gedreht worden war, ehe die Verdichtung der Luft alle elektrische Wirkung aufgehoben hatte, und man die Elektricität des Elektrometer vernichtete, aber nicht die des Cylinders, so giengen beym Entweichen der Luft die Korkkügelchen des Elektrometers von selbst aus einander, ohne daß der Cylinder aufs neue gedrehet werden mußte wie beym Verdünnen. An Tagen schwacher Spannung fand dies nicht statt.

Digitized by Google

In den verschiedenen Gasarten, mit welchen diese Versuche angestellet wurden, äußerte sich die elektrische Kraft, wie in der atmosphärischen Luft, stets schon bey der ersten oder zweyten Umdrehung des Cylinders, je nachdem die Elektricität zu der Zeit beschaffen war, und erst bey dem Verdichten und bey dem Verdünnen dieser Gasarten dieselben Zunahmen und Abnahmen an Stärke, und dasselbe Verlöschen, wie bey den Versuchen mit der atmosphärischen Luft.

Nur wurde hiebey noch bemerket, daß an Tagen starker elektrischer Spannung die Elektricität im kohlensauren Gas mehr Intensität, als in dem Sauerstoffgas, und in diesem mehr als in dem Stickgas und Wasserstoffgas hatte, indessen aber doch beym Verdünnen und Verdichten in dem kohlensauren Gas, und überhaupt in allen dichtern Gasarten eher, als in dem Wasserstoffgas, erlosch. An Tagen schwacher Spannung schien dagegen die Elektricität in dem Stickgas und in dem Wasserstoffgas viel stärker als in dem Sauerstoffgas und dem kohlensauren Gas zu seyn, indem bey 6 Umdrehungen des Cylinders in jenen Gasarten das Elektrometer um 12 Millimeter, dagegen bey 12 Umdrehungen in dem Sauerstoffgas nur um 4, und in dem kohlensauren Gas kaum um 2 Millimeter aus einander ging. Unter diesen Umständen verschwand die elektrische Kraft beym Verdichten und Verdünnen in den specifisch schwereren Gasarten noch eher, als in den leichtern; z. B. im kohlensauren Gas schon beym Verdichten um $\frac{1}{4}$, im Wasserstoffgas erst beym Verdichten um $\frac{1}{2}$.

Die Elektricität äußert sich nicht allein in den verschiedenen Gasarten, sie findet auch noch in den Dämpfen statt. Nachdem der Apparat luftleer gemacht und die elektrische Kraft mit Gewißheit erloschen war, wurde mittelst einer Blase durch einen Hahn etwas Aether hineingelassen, welcher die Barometerprobe sogleich um 12 bis 14 Millimeter fallen machte, und sogleich erschien bey der ersten Umdrehung des Cylinders die Elektrici-

Digitized by Google

rät wieder und das auf eine constante Art. Dieselbe Wirkung ließ sich mit Alkohol und Wasser erhalten; in den Dämpfen des letztern war aber die Wirkung sehr viel schwächer als im Aetherdampfe, denn die Barometerprobe sank dann nur um 4 bis 5 Millimeter. Ließ man mehr von diesen Flüssigkeiten in den Apparat treten, als sich darin verflüchtigen konnte, so konnte keine Elektricität hervorgebracht werden; mit einigen Kolbenzügen der Luftpumpe konnte man indeß diesen Ueberschuß fortschaffen, und dann sahe man die Elektricität sich wieder erzeugen.

Fand sich der Apparat auf diese Art mit recht trockenen elastischen Dämpfen erfüllt, so war es nicht möglich, sie durchs Auspumpen so viel zu verdünnen, um die Elektricitäts-erregende Kraft des Cylinders zu verlöschen. Zwar wurde sie dabey sehr geschwächt, verschwand aber nicht völlig, wie bey der Verdünnung der Gasarten. Um dies zu bewirken, mußte eine hinreichende Menge Luft hineingelassen werden, um den Dampf aufzulösen, und diese wieder auszupumpen; dann erschien keine Elektricität mehr.

Durch diese Versuche war es ausgemacht, daß die elektrische Kraft, oder wenigstens ihre Eigenschaft anzuziehen und abzustoßen, in einer sehr verdünnten oder verdichteten Luft nicht bestehen kann. Und gleichwohl entsteht durch Bewegung von Quecksilber in der Torricellischen Leere sicher in dem vollkommensten luftleeren Raume. Ist vielleicht dies keine elektrische Wirkung? und sollte man nicht annehmen dürfen, daß die Elektricität im luftleerem Raume zwar erzeugt und ausgehäuft werde, aber zu schwach sey, um das Gewicht der beyden Kügelchen des Elektrometers zu überwinden?

Um zu untersuchen, ob diese Vermuthung gegründet sey, wiederholte Herr Bessaignes seine Versuche im Dunkeln. Wenn der Cylinder während des Drehens die Kügelchen des Elektrometer auseinander trieb, so zeigte

Digitized by Google

sich in der verdünnten Luft an der empfindlichen Drahtspitze desselben ein leuchtender Punkt, das Reibzeug aber leuchtete nicht, einige Büschel ausgenommen, welche Stellenweise daraus hervorbrachen. Sobald die Kugeln nicht mehr aus einander giengen, hörte auch die Drahtspitze zu leuchten auf, und kamen keine Büschel mehr aus dem Reibzeuge hervor; statt derselben zeigte sich aber ein bleibender zwischen dem Kissen und dem Cylinder beschränkter Schein, welcher glänzte, so lange der Cylinder gedrehet wurde. Dieser Schein war an Tagen von starker elektrischer Spannung minder lebhaft und stark, als an Tagen schwächer Spannung.

In verdichteter Luft leuchtete während der ersten Grade der Verdichtung die Spitze des Elektrometer-Drahts noch stärker, und es strömten lebhaftere und mehrere Blitze aus dem Reibzeuge hervor; bey fortgesetzter Verdichtung wurden aber diese Erscheinungen schwächer, und hörten ganz auf, wenn der Cylinder beym Drehen nicht mehr aufs Elektrometer wirkte. Und man sahe dann keinen bleibenden Schein zwischen dem Reibzeuge und dem Cylinder, wie bey der Luftverdünnung.

Läßt man beym Versuche mit der Verdünnung die Luft wieder einströmen, oder nach der Verdichtung die Luft wieder ausströmen, so leuchtet die Spitze sogleich wieder, sobald die Kugeln des Elektrometer anfangen, wieder aus einander zu fahren.

Es äußert nicht blos der Cylinder auf das Elektrometer keine elektrische Wirkung, wenn er in stark verdünnter und stark verdichteter Luft gedrehet wird, sondern es scheint auch das Leuchten des Kissens das elektrische Gleichgewicht des Elektrometers nicht zu stören. Dies zeigte folgender Versuch, den Herr Dessaignes mit einem kleinen Apparate, den er vom Herren Bertholet erhalten hatte, machte. Dieser Apparat bestand aus einem kleinem Glasrecipienten mit einer Lederbüchse, durch welche die gläserne Achse eines kleinen Cylinders gieng, der sich in dem Apparate befand, zugleich mit einem Reibzeug

Digitized by Google

und Conduktor, welche beyde durch die Wände des Recipienten isolirt hindurch giengen und sich aussen in einer Kugel endigten. Diesen Recipienten schraubte Herr Dessaignes auf seine Luftpumpe, machte zwey Kolbenzüge, setzte dann zwey Strohhalm-Elektrometer mit dem Reibzeuge und dem Conduktor in Berührung, und drehte den Cylinder. Immer giengen beyde Elektrometer aus einander, das des Reibzeugs mit negativer und das des Conduktors mit positiver Elektricität, so lange der Recipient sich voll Luft befand; sobald aber die Luft herausgepumpt war, blieben sie unbeweglich, selbst bey 60 bis 80 Umdrehungen des Cylinders. Und doch hörte die ganze Zeit über das Leuchten des Kissens nicht auf.

Man kann demnach behaupten, das Leuchten, welches sich im luftleeren Raume zwischen dem Kissen und dem Cylinder zeigt, und von keinem Anziehen und Abstoßen begleitet ist, sey, nach Wilke's Ausdruck, eine erregte, aber nicht aus der Stelle getriebene Elektricität, d. h. es finde ein Druck, eine Erschütterung in dieser Flüssigkeit, aber keine Aufhebung des Gleichgewichtes statt, mit einem Worte, es sey ein wahres Phosphoresciren.

Aus diesen Versuchen ergeben sich zwey wichtige Thatsachen: 1. daß die elektrische Kraft im luftleeren Raume und in der verdichteten Luft gleichmäßig erlöscht: 2. daß die elektrische Spannung größer werden kann, eben so wohl durch Zunehmen, als durch Abnehmen des Drucks der Atmosphäre.

Der Herr Prof. Kästner *) sucht diese Erscheinungen auf folgende Art zu erklären: Es scheine die größere Intensität der Elektricität des Elektrometers bey größerer elektrischer Spannung der Atmosphäre zunächst nur durch die Elektricität der äußern Luft vermittelt zu werden; es wirke nämlich hier die atmosphärische Luft, wie die des innern Belegs der Leidner Flasche, durch das

*) Gren's Grundriß der Naturlehre. Halle 1790. 8. §. 1250. Note.

Digitized by Google

Glas des Recipienten erregend auf das Elektrometer und bewirke so Beysammenbleiben oder Anhäufen der den Kugeln zugekommenen Elektricitätsmengen. Bey zu großer Compression bilde die verdichtete Luft sammt dem Glase einen so dicken Isolator, daß jene vertheilende Wirkung der atmosphärischen Elektricität durch denselben auf gleiche Weise geschwächt werde, wie bey der Leidner Flasche, wenn deren Glas unverhältnißmäßig dicke sey. — Das Leuchten zwischen Reibzeug und Cylinder sey dem Phosphoresciren durch Elektricität ähnlich, welches eintrete, wenn die elektrische Flüssigkeit nicht fortgeleitet, sondern nur an der Oberfläche, wo sie hafte, erschüttert werde. — Wahrscheinlich liegt hierin auch das merkwürdige Phänomen, das Wetterleuchten. M. s. den Art. Wetterleuchten.

Auch Herr Hildebrandt *) stellte einige elektrische Versuche in verdünnter Luft an, und nahm wahr, daß sowohl die mit + E, als auch die mit — E beladenen Kugeln oder Spitzen in selbiger Licht von verschiedener Art gaben, und daß sich das des + E, unter übrigens gleichen Umständen, in weitere Entfernungen, als das des — E erstrecke. Ueberdem haben auch die Verschiedenheiten der Spitzenoberflächen und der Beschaffenheiten der leitenden Metalle, einen mehr oder weniger merklichen Einfluß auf die Farbe des ausströmenden elektrischen Lichtes.

Herr Frauenhofer *) ließ das elektrische Licht auf ein dreyseitiges Prisma fallen, und fand, daß es in Hinsicht der Streifen und Linien des dadurch bewirkten Farbenbildes sowohl vom Sonnenlichte als auch vom Lichte des Feuers sehr auffallend verschieden war. In dem Farbenbilde fand er von diesem Lichte mehrere zum Theil sehr helle Linien, worunter eine im Grünen gegen den übrigen Theil des Bildes fast glänzend hell war.

*) Schweigger's Neues Journal. B. I. S. 237. B. XI. S. 457.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVI. S. 311.

Digitized by Google

Eine andere nicht ganz so helle Linie war im Orange. Diese letztere schien dieselbe Farbe zu haben, wie die helle Linie im Farbenbilde vom Lampenlichte, maß er aber den Winkel der Brechung, so ergab sich, daß ihr Licht bedeutend stärker gebrochen war, ungefehr so wie die gelben Strahlen beym Lampenlichte. Gegen das Ende des Farbenbildes im Rothen bemerkte man eine Linie, die nicht sehr hell war; ihr Licht ward eben so stark gebrochen, wie das der hellen Linie vom Lampenlichte. In dem übrigen Theile des Farbenbildes konnte man noch 4 helle Linien sehr leicht erkennen. Zur Fixirung des elektrischen Lichtes, um damit diesen Versuch anzustellen, hatte Herr Frauenhofer zwey Conductoren, wovon der eine mit einer Elektrisirmaschine und der andere mit einer Ableitung verbunden war, bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll einander genähert und mit einem sehr feinen Glasfaden verbunden. Das Licht schien alsdann continuirlich an dem Faden überzugehen, und der Faden bildete daher eine feine leuchtende Linie.

Herr Dessaignes *) hat nachher auch Versuche angestellet, um auszumitteln, was für Wirkungen die Temperatur, der mechanische Druck und die Feuchtigkeit auf die Intensität der elektrischen Kraft und auf die Veränderung der Natur der Elektricität äußern.

„ 1. Wenn eine Glasstange in Quecksilber gestellt eine natürliche Elektricität besitzet, sie hierauf in anderes Quecksilber, welches der freyen kalten und trocknen Luft ausgesetzet ist, getauchet, und ihr alsdann eine elektrisch gemachte Nadel genähert wird, so erhält sie eine viermal stärkere Elektricität, als im Quecksilber, welches in der Temperatur eines verschlossenen Zimmers sich befindet. Um diese Wirkung hervorzubringen, hat man nicht nöthig abzuwarten, daß das Quecksilber sich abgekühlet habe; es ist schon hinreichend, es der äußern Luft auszusetzen, und gleich nachher die Glasstange darein zu stellen. Gewöhn-

*) Annales de chimie et de physique. Tom. II. p. 89. 244.

Digitized by Google

lich wächst das elektrische Vermögen beym ersten Einflusse der Kälte. Wenn aber die Glasstange in der gewöhnlichen Temperatur eines Zimmers keine natürliche Elektricität erlangen kann, und die äußere Luft ist ein wenig erkaltet, so ist es schon hinreichend, sie elektrisch zu machen, wenn man das Queckſilber in die Luft bringt, und die Glasstange darein stellet.

Gewöhnlich ist das Glas für Kälte nicht so empfänglich, als das Queckſilber. Wenn man indessen die Glasstange einmal ins Queckſilber taucht, welches in freyer Luft einem schneidenden Nordwinde ausgesetzet ist, und man bringt sie nachher in Queckſilber, welches in einem Zimmer sich befindet, so wird sie dadurch mehr elektrisch, als vorher. Wenn die Glasstange im Queckſilber nicht elektrisch gemacht werden kann, so wird sie es dadurch fähig, daß man sie stuffenweise mit Aether erkältet; indessen kehrt sie in den vorigen unelektrischen Zustand zurück, sobald sie wieder in die freye Temperatur kommt.

Die Kälte überhaupt erzeuget und entwickelt in allen Körpern ein elektrisches Vermögen; ihr Einfluß ist aber bey allen Körpern der nämliche.

2. Wenn man im Winter beym Frost eine Glasstange in Queckſilber von 0° Wärme taucht, so empfängt sie dadurch sogleich weit mehr Elektricität, als im Queckſilber bey einer freyen Temperatur; fährt man aber mit dem Eintauchen fort, so wird die Elektricität nach Maaßgabe der Erkältung der Glasstange schwächer, und einige Zeit darauf hört sie gänzlich auf, und ist gar nicht erregbar. Wenn aber das Queckſilber und das Glas wieder erwärmet werden, so erhält auch die Glasstange nach und nach ihr elektrisches Vermögen wieder, und, nachdem beyde die Temperatur des Zimmers, wie vorher, erhalten haben, so findet sich die Glasstange in einem weit höhern Grade elektrisirt, als sie anfänglich vor der Erkältung es war.

Die elektrische Kraft ist durch Einwirkung der Kälte im Schwefel und im Siegellack etwas schwieriger wegzu-

Digitized by Google

bringen, als im Glase. Bey einem sehr kalten Nordwestwinde hörte die Welle im Queckſilber von — 5° Temperatur nach 20 Eintauchungen nach einer Zeit von 10 Minuten auf, elektrisch zu seyn, die Seide nach 8 Minuten, das Siegellack nach 45 Sekunden, der Schwefel nach 30 Sekunden und das Glas nach 15 Sekunden.

Merkwürdig ist, daß, wenn das Glas, der Schwefel und das Siegellack im kalten Queckſilber auf dem Punkte des Erlöschens der elektrischen Kraft sind, diese Substanzen zuerst an den untern Stellen unelektrisch werden, und dann erst an den obern; indeß die Seide und Wolle eher an den obern Stellen ihrer cylinderförmigen Gestalt aufhören elektrisch zu seyn, als an den untern.

Wenn man ein mit Queckſilber volles Gefäß in eine kalte Mischung von — 5° Temperatur bringt, alsdann in selbiges in langen Zwischenräumen eine Glasstange eintauchet, so daß sie die Temperatur des Zimmers behält, so wird sie dadurch auf eine lange Zeit elektrisch werden: ohngefehr nach ¾ Stunden wird ihre Elektricität schwächer zu werden anfangen, und einige Zeit darauf findet sie sich in selbigem gar nicht mehr erregbar, ob sie gleich, wenn sie nun in anderes Queckſilber von äußerer Temperatur gebracht wird, stark elektrisch sich zeigt. Bey sehr starken elektrischen Spannungen muß das Queckſilber bis auf — 10° oder — 12° abgekühlet werden, wenn die Glasstange unerregbar werden soll. Besitzet das Queckſilber denjenigen Grad der Kälte, bey welchem das Glas nicht mehr elektrisch gemacht werden kann, so ist man doch noch vermögend, Seide und Wolle darin einen beträchtlichen Grad von Elektricität zu geben.

Bey ziemlich starker mittlerer Temperatur im Sommer verlieren alle Metalle durch Einwirkung der Kälte ihr elektrisches Vermögen weit früher, als im Winter. Hieraus ergiebt sich das Resultat, daß ein gewisser Grad

Digitized by Google

Kälte das elektrische Vermögen in allen Körpern schwächt und vernichtet, und daß dieser Grad für alle Körper nicht der nämliche ist.

3. An Tagen von starker elektrischen Spannung, an welchen eine Glasstange im Queckſilber von freyer Temperatur eine beträchtliche negative Electricität besitzet, man alsdenn in einem andern Gefäße Queckſilber bis auf 0° erkalten läßt, und bey jedem abnehmenden Grade jene Glasstange in das Queckſilber dieses Gefäßes taucht, wird sie desto stärker negativ, je größer die Kälte des Queckſilbers wird. Fährt man hierauf mit der Eintauchung der Glasstange fort, so nimmt nach und nach die negative Electricität ab, und sie wird zuletzt unerregbar, ohne daß sich die Natur der Electricität ändert. Wenn man nachher das Queckſilber wieder zur freyen Temperatur zurückbringt, so erwacht auch in der Glasstange die elektrische Kraft wieder, aber immer negativ.

Auf diese Art verhält es sich jedoch nicht, wenn man das Queckſilber bey der gewöhnlichen Temperatur erhält, und blos die Glasstange bis auf 0° erkalten läßt. In diesem Falle wird dieselbe nach und nach eine geringere negative Elektricität behalten, endlich dieselbe Null, hierauf positiv und zuletzt unerregbar werden. Nachdem man nun die Glasstange auf die vorige Temperatur zurückbringt, so zeigt sie nach und nach positive Electricität, welche Null, nachher negativ, und zuletzt stärker negativ wird, als sie anfänglich war.

Wenn bey einem trockenen Nordwinde eine Glasstange eine starke negative Elektricität annehmen kann und zwar bey einer äußern Temperatur von — 8°, und es wird sodann der äußern Luft ein dicker Glascylinder ausgesetzet, den man von Minute zu Minute ins Zimmer zurückbringt, um ihn daselbst ins Queckſilber von der Temperatur des Zimmers einzutauchen, so wird er anfänglich weniger negativ elektrisch, nachher für Elektricität gar nicht erregbar; einige Zeit darauf erscheinet er positiv, wird von neuem unerregbar; nicht lange

Digitized by Google

nachher giebt er schwache Zeichen negativer Elektricität, wird abermahls unerregbar; endlich zeigt er wieder sehr schwache Spuren positiver Elektricität, und gleich darauf wird er auf immer unerregbar. Läßt man ihn nachher eine lange Zeit der Kälte ausgesetzt, so giebt er in Quecksilber getaucht nicht das geringste Zeichen von Elektricität. Bringt man ihn aber wieder auf die Temperatur des Zimmers zurück, so fängt er auch wieder an, Spuren einer positiven Elektricität zu geben, wird hierauf unerregbar, alsdenn negativ, wieder unerregbar, darauf positiv, abermahls unerregbar und zuletzt negativ wie vor dem Versuche.

Dasselbe Resultat läßt sich zu jeder Jahreszeit erhalten, wenn man mit Hülfe des Aethers den Glascylinder immer mehr und mehr erkältet.

Sobald der Glascylinder seine Elektricität verändern will, zeiget sich die neue Elektricität an einem seiner Enden, indeß die vorige Elektricität an dem andern Ende wahrgenommen wird. Diese beyde Elektricitäten finden sich abgesondert durch eine gewisse Art von unelektrischen Knoten. Wird der Glascylinder unter diesen Umständen aus dem Quecksilber herausgezogen, so findet man bald das obere Ende positiv, das untere negativ, bald aber umgekehrt das obere negativ und das untere positiv.

Wenn der Glascylinder im Quecksilber unerregbar ist, und man erkältet denselben mittelst des Aethers, so zeigt er alsdann im Quecksilber eine schwache negative Elektricität. Besitzt aber das Quecksilber über Wolle gerieben Elektricität, der Cylinder allein aber gar kein elektrisches Vermögen, so wird nun dieser positiv, wenn er erkältet wird. In beyden Fällen wird der Cylinder unerregbar, wenn er auf die vorige freye Temperatur zurückgekommen ist.

Die durch Reibung an der Wolle erregte Elektricität ist auf eine ganz gleiche Art geeignet, ihre Natur

Digitized by Google

zu verändern, wenn man die geriebenen Substanzen erkältet. Herr Dessaignes ließ eine starke Glasstange in Quecksilber von der Temperatur — 10° erkalten zu einer Zeit, wo sie durchs Reiben an Wolle sehr stark positiv elektrisch wurde. Nachher nahm er sie aus dem Quecksilber heraus, und hatte sie mit seinem Kleidzipfel von Zeit zu Zeit bis zum Warmwerden gerieben. Beym ersten Reiben war sie für Elektricität unerregbar, einige Zeit darauf erschien sie negativ und nachher sehr stark negativ-elektrisch; nach einigen Minuten wurde sie wieder unerregbar; endlich zeigte sie sich positiv und blieb beständig positiv. Der Schwefel und das Wachs auf dieselbe Art behandelt gaben Zeichen der positiven Elektricität, wurden nachher unerregbar, und dann wie gewöhnlich negativ. Wenn die Temperatur der äußern Luft — 5° oder — 6° hat, kann man dieselben Resultate erhalten, indem man diese Substanzen der atmosphärischen Kälte aussetzet.

4. Die künstliche Wärme bringt in Ansehung des elektrischen Vermögens analoge Wirkungen mit den des Frostes hervor.

Wenn man eine Glasstange nach und nach erwärmet, und sie eine natürlich starke Elektricität besitzet, bey jedem höhern Wärmegrade dieselbe aber in Quecksilber von freyer Temperatur eintauchet, so wird sie darin desto stärker elektrisch, je höher ihre Temperatur über die des Quecksilbers steiget. Läßt man sie nach und nach wieder erkalten, so vermindert sich auch die Elektricität nach und nach, und kehrt endlich auf den ersten Zustand zurück.

Ganz anders verhält sich aber die Sache, wenn man das Quecksilber allein erwärmt, und die Glasstange die gewöhnliche freye Temperatur behält. In diesem Falle wird die Elektricität der Glasstange desto schwächer, je höher die Temperatur des Quecksilbers über die des Glases steiget. Diese Wirkung findet jedoch nur bey den ersten zwey oder drey Eintauchungen der Glasstange in das Quecksilber statt; denn wenn man mit dem Ein-

Digitized by Google

tauchen fortfähret, so wird sie immer mehr elektrisch nach dem Maaße, als sie sich im Queckſilber erwärmet. Indeſſen bleibt ihre Elektricität beſtändig ſchwächer, als wenn ſie erwärmt wird, und das Queckſilber kalt bleibt.

Man hat Urſache ſich zu verwundern, daß das warme Glas im kalten Queckſilber eine ſo ſtarke Elektricität erhält, und im Gegentheil ſo ſchwach iſt, wenn das Queckſilber warm, und das Glas kalt iſt. Allein nach Herrn Deſſaignes muß man wohl bedenken, daß im Conflikt der beyden entgegengeſetzten Kräfte die eine die andere natürlich übertreffe, und daher die Wirkung ſich vergrößern müſſe, wenn die erſtere Kraft größer wird, im Gegentheil ſich vermindern, wenn die andere Kraft einen Zuwachs erhalte.

Wenn weder das Glas noch das Queckſilber natürlich erregbar iſt, und alsdann blos der Glascylinder die Wärme des Queckſilbers übertrift, um darin elektriſch zu werden, oft aber auch 2°, einigemal 4°, und mehrere Male 8°. Wird aber nur das Queckſilber erwärmt, ſo muß dieſes unter denſelben Umſtänden 4°, 8°, 16°, ja 32° mehr beſitzen, als die Glasſtange, wenn ſie bey der erſten Eintauchung elektriſch werden ſoll. Das elektriſche Vermögen des Queckſilbers, um auf das des Glaſes wirkſam zu ſeyn, hat alſo eine viermal größere Spannung nöthig, als das Vermögen des Glaſes, um auf das des Queckſilbers zu wirken. Es verhält ſich alſo das elektriſche Vermögen des Glaſes zu dem des Queckſilbers wie 2 : 1.

5. Obgleich die progreſſive Wärme eines Glascylinders die Elektricität deſſelben vermehret, ſo findet dies doch nur bis zur Temperatur von 100° ſtatt. Ueber dieſe Grenze hinaus nimmt die Elektricität des Cylinders nach und nach wieder ab, und verſchwindet gänzlich ohngefehr bey 210° Wärme. Läßt man ihn wieder erkalten, ſo erhält er auch ſogleich eine elektriſche Kraft wieder, und nimmt nach und nach ſeinen erſten Grad der elektriſchen Intenſität wieder an.

Digitized by Google

Die natürliche elektrische Spannung mag seyn, welche sie will, so findet man keine Spur von Elektricität bey einer kalten Glasstange, wenn sie ein Paarmal in Quecksilber von + 100° getauchet wird. Sobald sie aber selbst warm wird, zeiget sich augenblicklich eine elektrische Spannung.

Zu merken ist, daß, wenn ein warmer Glascylinder in Quecksilber von + 120° Wärme kein Zeichen von Elektricität giebt, er noch im Quecksilber von + 60° Wärme elektrisch ist; ferner, daß, wenn ein kalter Glascylinder im Quecksilber von + 125° Wärme unelektrisch ist, ein Glascylinder von + 150° Wärme nicht aufhöret, in demselben elektrisch zu seyn.

Die Wärme wirkt also nicht beständig auf das elektrische Vermögen als eine spannende Kraft; in gewissen Umständen hat sie die Eigenschaft, dasselbe zu schwächen.

Wenn man im Winter an Tagen starker elektrischer Spannung eine Glasstange bis zum Rothglühen erhitzt, und sie eine kurze Zeit in diesem Zustande erhält, alsdenn aber wieder erkalten läßt, bis sie zur äußern Temperatur herabkommt, so ist sie in Quecksilber getaucht unerregbar, oder erhält nur einen äußerst schwachen Grad von Elektricität. Dasselbe Resultat kann man im Sommer erhalten, wenn man die Glasstange etwa nur bis auf 210° erhitzt. Im Winter ist es nicht möglich, das elektrische Vermögen des Quecksilbers also zu schwächen, weil man seine Temperatur nicht über 175° bringen kann, aber im Sommer ist es hinreichend, es nur bis auf 175° zu erwärmen, um es nach seinem Erkalten weniger erregbar, als vorher, zu finden.

6. Diese verschiedenen Eindrücke der Wärme modificiren nicht allein die Spannung des elektrischen Vermögens, sie verändern auch noch die Natur der Elektricität.

Wenn man eine Glasstange gradweise bis zu 100° erwärmet, und wenn sie in Quecksilber gestellt sehr stark negativ elektrisch ist, so wird sie bey jedem höhern Wär-

Digitized by Google

megrade, nachdem sie in Queckſilber von freyer Temperatur getaucht wird, immer mehr negativ elektriſch. Erwärmt man im Gegentheil das Queckſilber gradweiſe, und bringt von 10° zu 10° Wärme die Glasſtange von freyer Temperatur in ſelbiges, ſo wird ſie bey + 80° Wärme unerregbar, und bey 100° Wärme poſitiv. Läßt man ſie ſich in Queckſilber erwärmen, ſo wird ſie nachher wieder negativ.

Wenn eine bis auf + 100 erwärmte Glasſtange im kalten Queckſilber negativ iſt, ſo vermindert ſich ihr negativer Zuſtand immer mehr und mehr bey ſtärkerer Erwärmung derſelben; bey 210° ohngefähr wird ſie im Winter unerregbar; über dieſen Grad hinaus fängt ſie an am untern Ende poſitiv zu werden; ſteigt aber der Wärmegrad noch höher, ſo wird ſie beſtändig unerregbar. Im Sommer, nachdem ſie poſitiv geworden, geht ſie zum zweyten Male in den negativen Zuſtand zurück.

7. Die mechaniſchen Preſſungen können ebenfalls dieſelben Veränderungen in der Elektricität hervorbringen.

Wenn man die Queckſilberoberfläche blos mit dem converen Ende einer großen Siegellackſtange, des polirten Glaſes, oder des Schwefels berühren läßt, ſo erhalten dieſe Subſtanzen gewöhnlich eine poſitive Elektricität: wenn man die Oberfläche des Queckſilbers ſehr ſchwach ſtoßet, ſo wird die Elektricität Null, giebt man endlich dem Queckſilber ſtarke Stöße, ſo findet ſich die Elektricität negativ. Man kann dieſe Erfahrung ſo oft wiederholen, als man will.

Wenn bey ſehr ſtark entwickeltem elektriſchen Vermögen die eine Glasſtange negativ elektriſirt in ein ſehr weites Gefäß mit Queckſilber, und eine andere in ein koniſches Gefäß mit Queckſilber getaucht wird, ſo zeiget ſich die Glasſtange im weiten Gefäße poſitiv und die im koniſchen negativ, ſo bald das Vermögen des Glaſes zuerſt im Winter ſich zu ſchwächen anfängt. Wenn dagegen das Queckſilber zuerſt geneigt iſt, ſein elektri-

Digitized by Google

sches Vermögen zu schwächen, so wird die Glasstange im weiten Gefäße negativ, und die im konischen positiv. Unter denselben Umständen erhält man die nämlichen Resultate mit zwey Glasstangen von ungleicher Dicke, wenn beyde zu gleicher Tiefe in ein und dasselbe konische Gefäß getaucht sind.

Wenn man eine Glasstange in seiner ganzen Länge drückt, so daß ihr weder Wärme noch Feuchtigkeit mitgetheilet wird, und man bringt sie nachher ins Queckſilber, so wird sie darin elektrisch, nachdem sie darin im natürlichen Zustande unerregbar war. Wenn sie aber darin natürlich positiv ist, so wird sie negativ, und findet sich noch stärker negativ, wenn sie im natürlichen Zustande darin negativ war.

8. Auch beym Einfluß der Feuchtigkeit ändert sich die Natur der Elektricität. Wenn eine Stange im Queckſilber bey einer trockenen und kalten Witterung stark negativ ist, nachher ins Wasser getaucht wird, und man sie hierauf wieder abtrocknet, und hiernächst abermals ins Queckſilber bringt, so wird sie dadurch positiv. Nachdem überhaupt die Feuchtigkeit, womit die Stange befeuchtet worden, abdampfet, nachdem wird sie im Queckſilber nach und nach positiv, unerregbar und negativ, wie sie vor dem Versuche war.

Aus diesen Thatsachen erhellet allgemein, daß die verschiedenen elektrischen Zustände des Glases im Queckſilber nichts weiter sind, als die verschiedenen Wirkungen der beyden Kräfte, deren Stärke veränderlich sind, sich in einem gewissen Verhältnisse ändern. Im gegenseitigen Drucke dieser beyden Kräfte ist im Augenblicke ihrer Gegenwirkung die stärkste die negative, und die schwächste die positive. Man vermehret die elektrische Intensität, indem man bis auf einen gewissen Punkt die schwächste schwächet, oder indem man die stärkere vermehret, weil in diesen beyden Fällen das Verhältniß der Stärke vermehret wird: im Gegentheil vermindert

Digitized by Google

man die elektrische Intensität, indem man die stärkere Kraft schwächt, oder die schwächere vermehret, weil in diesen beyden Fällen das Verhältniß der Stärke vermindert wird. Die beyden Kräfte sind unerregbar, wenn sie im Gleichgewichte sind. Endlich verändert die Elektricität ihre Natur, wenn das Verhältniß der Kräfte umgekehret wird, d. h. wenn die schwächere Kraft größer, als die stärkere wird.

Die Entdeckung, welche Herr Herschel am Sonnenlichte gemacht hatte, daß es nämlich Wärme und Licht enthalte, brachte den Herrn Morichini *) auf den Gedanken, das Sonnenlicht auch auf Magnetismus und Elektricität zu prüfen. Die Resultate seiner Versuche über die elektrischen Wirkungen des Sonnenlichtes sind folgende:

1. Sonnenstrahlen, welche nicht durch ein Prisma gebrochen, sondern blos durch eine Glaslinse vereiniget, und auf die Platte eines Volta'schen Condensators geworfen wurden, gaben auch nach einer merklichen Erwärmung kein Zeichen von Elektricität.

2. Die Vereinigung der violetten Strahlen machte 2 Mal die Strohhalme des Elektrometers divergiren; ihre Elektricität war dann + E oder Glaselektricität.

3. Waren die Strohhalme durch — E oder Harzelektricität aus einander getrieben, so zogen sie wieder zusammen, wenn der Brennpunkt der violetten Strahlen auf den Condensator gerichtet wurde.

Herr Configliachi **) hat des Herrn Morichini Versuche wiederholt und einer kritischen Prüfung unterworfen, ob nämlich die violetten Sonnenstrahlen besondere elektrische Erscheinungen zeigen, die nicht schon unter die bekannten fallen. Hierbey gebrauchte er einen Condensator aus zwey gut polirten Metallplatten, deren Innenseiten mit einer sehr dünnen Firnißlage aus Gummi-

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. XLIII. S. 217.
**) Ebendas. B. XLVI. S. 362.

Digitized by Google

lack überzogen waren. Nachdem die obere Platte aufgesetzet war, ließ er auf sie wiederholt während einer Stunde den Brennpunkt der violetten Strahlen des prismatischen Sonnenbildes fallen, welche mit einer biconvexen Linse verdichtet wurden, während die untere Platte durch Metall mit der Erde in leitender Verbindung stand. Der Condensator zeigte am Ende dieser Zeit gar keine Spur von Elektricität.

Herr Configlachi wiederholte diesen Versuch mit den angeführten Sonnenstrahlen, indem er die dunkele Zone, welche an dem violetten Lichte gränzt, auf ein kleines Messingblech fallen ließ, das an dem obern Deckel des Condensators befestigt war, und über den untern Theil herausragte. Auch auf diese Art erhielt er nicht die geringste Anzeige von Elektricität.

Er vermuthet daher, die Zeichen positiver Elektricität, welche Herr Morichini mittelst der violetten Strahlen erhalten haben will, haben von der eigentlichen Elektricität des Condensators hergerühret, der unter diesen Umständen wie ein Elektrophor wirkt.

(Zus. z. S. 892. Th. I.) Das vom Herrn Coulomb *) hier angeführte Gesetz des elektrischen Abstoßens ist in den neuern Zeiten durch mehrere Versuche wieder schwankend gemacht worden. Der erste, welcher eine Prüfung desselben anstellte, war der Herr geh. Oberbaurath Simon. Zu seinen Versuchen gebrauchte er aber nicht den Coulomb'schen Windungsapparat, sondern war vielmehr bemühet, einen andern Apparat anzuordnen, welcher durch keine so verborgene Kraft, wie die Drehung des Drahts in Coulomb's Apparate, sondern, wo möglich, unmittelbar und unverhüllt, das Maaß zum Vergleiche der Wirkungen angäbe.

Nach mehreren Versuchen hielt er zu diesem Zwecke eine äußerst empfindliche, aus dem besten Nichtleiter der

*) Gilbert's Annalen d. Physik. B. XXVIII. S. 277 f.

Digitized by Google

Elektricität gebaute Wage am brauchbarsten, und gab ihr folgende Einrichtung: Zwey sehr feine gleich lange und gleich schwere Glasfäden, welche mit den Enden an einander geschmolzen waren, gaben die beyden Arme des Wagebalkens; auch wurde in der Mitte desselben ebenfalls ein feiner Glasfaden, welcher der Hälfte des Wagebalkens gleich war, unter einem rechten Winkel angeschmelzet, der als Zunge diente. Der Wagebalken selbst wurde mit Gummilack durch Schmelzung überzogen, und zugleich die Achsen, die ebenfalls aus einem feinen Glasfaden bestanden, quer über den Balken mit dem Gummilack angekittet; oberhalb der Achsen befand sich noch ein Glasstäbchen mit einem kleinen Metallknopfe zur Compensation des Gewichts der Zunge. Der Träger des Wagebalkens bestand aus einem gekrümmten Glasstabe, der in einem hölzernen Fuße eingekittet war, und oberhalb die Pfannen, und in der Mitte einen Arm, woran ein Gradbogen sich befand, trug. Dieser Gradbogen zeigte auf der einen Seite 40, auf der andern nur 10 Grade, und war ebenfalls von Glas. Hiernächst wurde ein kleiner, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll langer Glasstab so eingerichtet, daß er mit einer sauber abgearbeiteten Kugel von Hollundermark, von 0, 4 Zoll im Durchmesser, ein gleiches Gewicht hatte, und beyde wurden alsdenn an die Enden des Wagebalkens befestiget; der Glasstab angekittet zum Aufhangen der ringförmigen Gewichte, und die Kugel angesteckt, so daß die Zunge genau in 0 einspielte.

An dieser Wage gaben 0, 1 Gran einen Ausschlag von nahe 25 Graden, und 0,01 Gran einen Ausschlag von $2\frac{1}{2}$ Grad, so daß in dieser Grenze das zum Schwingen nöthige Uebergewicht der Zunge noch keine solche Abweichung bewirkte, daß man nicht jeden Grad zu $\frac{1}{250}$ = 0,004 Gran annehmen konnte; und das um so mehr, da die Erfahrung lehrt, daß Ausschläge innerhalb 15 Grade zu den Beobachtungen die günstigsten sind. Da nun jeder Grad einen Raum von nahe einer Linie einnimmt, von dem man $\frac{1}{4}$ noch sehr wohl mit bloßen Au-

Digitized by Google

gen unterscheiden kann, so lassen sich die Ausschläge nach 0,001 von Graden sehr gut angeben.

Zum Gebrauche dieser Wage gehörte noch ein Ständer, der auf einem isolirenden Arme eine zweyte Kugel von Hollundermark trägt, welche der an der Wage an Größe und Gewicht gleich ist, und sich höher oder niedriger stellen läßt.

Mit Hülfe dieses Apparats stellte Herr Simon mehrere Versuche auf eine doppelte Art an, indem er die Entfernungen der Kugeln einmal durch Theile des Gradbogens, das andremal durch senkrechte Entfernungen nach Theilen der auf dem Ständer aufgetragenen Skale verglich. Bey der ersten Art von Versuchen wurden die Wirkungen der Intensität der Elektricität zuerst durch die Ausschläge der Zunge plus den angehängten Gewichten, bey einer zweyten Reihe blos durch diese Gewichte verglichen.

Die Resultate dieser Versuche bestätigten keinesweges das von Coulomb angegebene Gesetz der elektrischen Abstoßung; sondern es ergab sich vielmehr folgendes Gesetz: die Wirkungen der Intensitäten elektrischer Repulsionen verhalten sich umgekehrt wie die Entfernungen.

Der Herr Prof. Gilbert hatte gegen die erste Reihe seiner Versuche mit Kügelchen von Hollundermark von 0,4 Zoll im Durchmesser ganz richtig bemerket, daß Herr Simon dabey einen Hauptumstand versehen habe. Er hatte nämlich die Mittelpunkte dieser kleinen Kügelchen für die Mittelpunkte der elektrischen Zurückstoßung, wenn beyde gleichnamig und gleich stark elektrisiret sind und durch Gewichte nur in kleinen Entfernungen von einander erhalten werden, genommen. Die Elektricität der Kugeln wirkt aber eine auf die andere vertheilend, und die Mittelpunkte ihrer zurückstoßenden Wirkung liegen nahe bey den von einander abgewendeten Enden der geraden Linie durch ihre Mittelpunkte, oder in den am weitesten von einander entfernten Punkten ihrer Oberflächen. Wann

Digitized by Google

man hierauf sieht, so verschwindet die auffallende Uebereinstimmung der Versuche mit der Berechnung unter der Voraussetzung, daß die elektrische Zurückstoßung im verkehrten einfachen Verhältnisse der Entfernung stehe. Als Herr Simon diese Bemerkung des Herrn Gilbert erhalten hatte, führet er aber an, Versuche auf andere Art angestellet zu haben, bey welchen elektrische Vertheilung keinen Einfluß auf das Resultat haben konnte, und es habe nun eine genaue Uebereinstimmung bis auf die kleinsten Entfernungen zwischen Beobachtung und Berechnung nach seinem gefundenen Gesetze statt gefunden. In einer andern Note macht indeß Herr Gilbert noch auf die Wage aufmerksam, welche sich Herr Simon zu seinen Versuchen verfertiget hatte; eine aus an einander geschmelzten Glasstäbchen bestehende Wage mit zwey angekitteten Glasfäden als Axe sey nämlich immer nur ein unvollkommenes Instrument, mit dem sich schwerlich bis auf $\frac{1}{250}$ Gran genau wiegen lasse, der großen Geschicklichkeit ungeachtet, welche Herr Simon besonders bey Versuchen im Kleinen besessen habe. Es suche daher mit Recht andere Physiker aufzumuntern, des Herrn Simon's Versuche mit neuen weit vollkommenern Wagen aufs genaueste zu wiederhohlen, um vielleicht durch directe Versuche das Irrige in den Simon'schen Versuchen aufzudecken, und dadurch jeden Zweifelnden die Richtigkeit des Coulomb'schen Gesetzes zu widerlegen.

In Frankreich hatte man gegen das von Coulomb aufgefundene Gesetz nicht den geringsten Zweifel, und Herr Biot hat in seinem großen Werke über die Physik fast die ganze wissenschaftliche Ansicht von der Elektricität auf Versuche mit Coulomb's Drehwage gegründet.

Inzwischen hatte Herr Prof. Parrot *) nach Herrn Simon auf eine andere Art Versuche angestellet, um das wahre Gesetz der elektrischen Wirkung in der Ent-

*) Gilbert's Annalen d. Physik B. LX. S. 22. ff.

sowohl anzustellen. Die Versuche mit der Coulombschen Drehwage gaben ihm das Gesetz, welches Coulomb gefunden hatte, jedoch bey weitem nicht mit der gehörigen Schärfe, indem Fehler von $\frac{1}{8}$ und mehr noch öfters vorkamen. Er glaubte daher, daß diese Fehler aus seinem Instrumente oder aus irgend einer andern Ursache herrühren möchten. Zur Anstellung anderer Versuche erwählte Herr Parrot die unter dem Artikel: Batterie, galvanische, beschriebenen vier Säulen aus 500 Paaren Zinkblättern und unächtem Goldpapier, welche er bis zum Maximum ihrer Wirkung befeuchtete, und bauete daraus zwey Säulen von 1000 Paaren, welche er oben mit gebogenen Drähten und hervorragenden messingenen Kügelchen von 3''' Durchmesser versah, wovon die eine + E und die andere — E lieferten. Diesen Kügelchen entgegen stellte er einen auf einer sehr feinen Nadelspitze horizontal ruhenden messingenen Hebel, dessen nicht scharf zugespitzte Enden auch den Knöpfen der Säulen zugekehret waren, und die er mit messingenen Kügelchen von 3''' Durchmesser versehen konnte, um Versuche mit spitzigen und mit kugelförmigen Enden anstellen zu können. Das Maximum der Entfernung der einen Kugel des Hebels von der gegenüber befindlichen der Säule maß er mit einem Dreyecke von steifem Zeichenpapier, auf welchem willkührliche aber gleiche Eintheilungen angebracht waren, die er dann auf Pariser Linien reducirte. So für die erste Reihe der Versuche. Für die zweyte nahm er eine Theilung, welche ein Multiplum der Pariser Linie war, um nur ganze Zahlen in dem Maaße der Entfernungen zu erhalten. Die Beobachtungszeit dauerte 1 Minute.

Digitized by Google

1. Mit spitzigen Enden.			2. Mit kegelförmigen Enden.		
Maximum der Entfernungen	Zahl der Oscillationen beobacht.	Zahl der Oscillationen berechnet	Maximum der Entfernungen	Zahl der Oscillationen beobacht.	Zahl der Oscillationen berechnet
$7\frac{1}{3}'''$	64	67	10'''	18	18
$8\frac{1}{3}$	57	59	9	21	20
$10\frac{1}{2}$	48	48	8	23	$22\frac{1}{2}$
$11\frac{1}{3}$	44	43	7	26	$25\frac{1}{7}$
19	27	26	6	32	30
24	21	20,6	5	36	36
36	13	13,7	4	44	45
			3	60	60
			2	85	90

Die zweyte Columne der Oscillations-Zahlen hat Herr Parrot nach dem Gesetze des umgekehrten Verhältnisses der Entfernungen berechnet, welches sich sogleich aus wenigen vorläufigen Versuchen ergeben hatte. In der ersten Reihe der Beobachtungen beträgt der größte Fehler $\frac{1}{17}$ und in der zweyten, wenn man die letzte Beobachtung wegläßt, $\frac{1}{20}$. Diesen Fehler, sagt Herr Parrot, werde man nicht zu groß finden, wenn man bedenke, daß bey einer solchen Vorrichtung es beynahe unmöglich sey, die Drehungs-Ebenen des Hebels vollkommen durch die gerade Linie der Mittelpunkte der Kugeln der Säulen zu stellen, und daß demnach nicht blos die beabsichtigten horizontalen Oscillationen statt finden, sondern auch kleine vertikale, so daß der Stoß der kleinen Kugeln nur selten concentrisch sey, und folglich die Rückwirkung durch die Elasticität eben so selten sich selbst gleich seyn könne. So klein auch diese elastische Wirkung sey, so habe sie, und also auch ihre Ungleichheit Einfluß. Wir könnten daher den Satz, daß die positive und negative Elektricität durch ihre Anziehungen und Zurückstoßungen Oscillationen erzeugen, deren Zahl sich genau umgekehrt wie ihre Weiten verhalten, als Erfahrungssatz aufstellen.

Aus diesem Erfahrungsgesetze beweiset sogar Herr Parrot das Coulomb'sche Gesetz der elektrischen Anzie-

Digitized by Google

hungen und Abstoßungen nach dem umgekehrten Quadrate der Entfernungen auf folgende Art?

1. Wenn eine Schwingmasse durch die Pole zweyer elektrischer Säulen in abwechselnde Oscillationen versetzet wird, so verhält sich die Anzahl der in gleichen Zeiten erzeugten Oscillationen umgekehrt wie die Weite der Oscillationen.

Also verhalten sich die Größen der Oscillationen wie die Zeiten ihrer Dauer.

2. Es seyen AB und ab die Zeiten zweyer Oscillationen, und diese Zeiten in unendlich kleine Zeiträume getheilt. Durch jeden Theilungspunkt ziehe man Abscissallinien, welche die in diesen Zeiten statt habenden Geschwindigkeiten (oder die in jedem Zeittheilchen durchlaufenen Wege) vorstellen. Die Endpunkte derselben werden irgend eine Linie bestimmen, für jetzt gleich viel, ob gerade, oder krumm.

Da nun die Accelerationen in beyderley Oscillationen nach demselben Gesetze statt finden, so werden, wenn man homologe Punkte DF und df auf den Zeiten nimmt, DE und FI in gleichem Verhältnisse stehen als de und fi, oder die Linien AC und ac ähnlich seyn.

3. Die vom Anfange an durchlaufenen Wege werden durch die Dreyecke ADE und ade, AFI und afi vorgestellt. Folglich hat man nach Satz 1. $\Delta ABC : \Delta abc = AB : ab$. Vermöge des Satzes 2 können die Dreyecke ABC und abc durch das halbe Product der Basis und Höhe nebst einem gemeinschaftlichen Coefficienten φ vorgestellet werden, welches φ das Accelerations-Gesetz ausdruckt, oder eine Function desselben ist. Also hat man $\frac{AB \cdot BC}{2} \cdot \varphi : \frac{ab \cdot bc}{2} \cdot \varphi = AB : ab$. Folglich $BC = bc$, d. h. die am Ende der Oscillationen erhaltenen Geschwindigkeiten sind einander gleich.

4. Da diese gleiche Geschwindigkeiten in ungleichen Zeiten erhalten worden sind, so müssen die einzelnen Acce-

Digitized by Google

krationen in den unendlich kleinen Zeiten sich in diesen zwey Bewegungen verhalten umgekehrt wie die zwey Zeiten der Oscillationen, folglich nach Satz 1, wie die durchlaufenen Wege.

5. Es sind die Kräfte, welche träge Massen um einen Mittelpunkt bewegen, im Verhältnisse des Quadrats der Geschwindigkeiten. Folglich verhalten sich hier die bewegenden Kräfte nach Satz 4, umgekehrt wie die Quadrate der durchlaufenen Wege, oder der Größe der Oscillationen, oder der Entfernungen.

Herr Patrôt hat den Satz 3, daß die zu Ende der Oscillationen erhaltenen Geschwindigkeiten einander gleich sind, empirisch durch den Schall geprüft und wahr befunden. Zweyerley Oscillationen, deren Größe sich wie 1:2 verhielten, und deren erste 85, die andere 44 in der Minute waren, hörten in gleicher Entfernung auf hörbar zu werden, obgleich in kleinen Entfernungen die Stöße der zahlreichern Oscillationen lauter zu seyn schienen; er erkläret aber dies daraus, daß öfters wiederholte Schallempfindungen uns stärker vorkommen, als seltner wiederholte.

Uebrigens bemerket Herr Patrot, daß der Unterschied zwischen dem Resultate der Coulomb'schen Untersuchungsmethode und der seinigen einerseits, und dem Resultate der Simon'schen Methode andererseits, darin seinen Grund haben möge, daß jene Methoden den bewegten Körper während der Bewegung zum Maaße nehmen (denn der Hebel an der Drehwage ruhet nie), die letztere aber die Repulsion des ruhenden Körpers durch ein Gewicht mißt. Warum aber ein Unterschied daraus entstehe, begreife er nicht, und es sey vorauszusetzen, daß die Wegräumung dieser Schwierigkeit uns einen neuen Aufschluß über die Natur der Elektricität geben werde. Indessen glaube er, daß wir für jetzt bey unsern elektrometrischen Versuchen das Simon'sche Gesetz unsern Berechnungen zum Grunde legen müssen. Man müsse seine Vernunft unter dem Gebote der Erfahrung gefangen nehmen.

Digitized by Google

Da es also bis jetzt noch nicht entschieden ist, nach welcher Funktion der Entfernung sich die elektrischen Anziehungen und Abstoßungen richten, ob sie im umgekehrten Verhältnisse der einfachen Entfernung, oder des Quadrats der Entfernungen u. d. gl. statt finden, so hat sich noch kürzlich der Herr Ritter Jul. Conr. v. Nelin *) die Mühe gegeben, darüber neue Versuche anzustellen. Die Schwingungen eines Pendels zwischen den Polen einer Zambonischen Säule schienen ihm zur Auffindung des Gesetzes besonders geeignet zu seyn. Der Herr Verfasser hat sich dieserwegen vorzüglich damit beschäftiget, durch sehr starke Säulen dieser Art, und mit Befolgung aller möglichen Vorsicht, eine Reihe hieher gehöriger Versuche anzustellen, welche demnächst als Grundlage zu weitern Forschungen über das Gesetz jener Kräfte auf eine vollkommenere Art dienen konnten, als von andern hieher gehörigen mit minder starken Säulen angestellten Versuchen wohl zu erwarten ist. Er hat sich dazu zweyer der akademischen Sammlung gehöriger Zambonischer Säulen aus der Werkstätte des geschickten Mechanikus Herrn Ramis in München bedienet. Jede enthält 5500 Platten oder Scheibchen aus Silberpapier, welches auf der Papierseite mittelst reinen Leinöhles mit guten fein gestoßenen schwarzen Mangan-Oxyd eingerieben, und in der Sonne möglichst stark getrocknet worden war. Die Kreisscheibchen hatten acht Pariser Linien im Durchmesser, und jede Säule von 5500 solcher Scheibchen ist 20 Pariser Zoll lang. Gleich nach Verfertigung derselben zeigten sie bey günstiger Witterung eine außerordentliche Stärke. Wurden sie auf einen Tisch mit der Bodenplatte ableitend gestellt, so

*) Versuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniß der Zambonischen trocknen Säule. Eine öffentl. Vorlesung als Vorläuferin und Bruchstück einer großen Arbeit zur Feyer des 6isten Stiftungsgesetzes der Königl. Bayersch. Akad. d. Wiss. in der öffentl. Sitzung am 28. März 1820 gehalten. München 1820. 4. mit einer lithograph. Zeichnung.

Digitized by Google

gaben sie selbst im Sonnenlichte sichtbare Funken, welche mit hörbarem Laute auf 3 Pariser Linien weit übersprangen und im Finger scharf empfunden wurden. Die Funken erschienen nach einer Pause von 1 Minute wieder, in ihrem Maximum, welche hier die Säule bedurfte, um wieder ihre größte Spannung zu gewinnen. Eine ziemlich große Kleistische Flasche wurde von einer wie von der andern Säule binnen 30 Sekunden so stark geladen, daß sie starke Funken und Erschütterungen gab, die bis in die Brust gefühlet wurden. Eine an einem 3 Fuß langen Faden angehängte 3 Linien große Kugel machte Tag und Nacht hindurch ununterbrochene Schwingungen zwischen beyden Säulen bey einem an 12 Zoll betragenden Abstande der Säulenknöpfe, und doch bey diesem bedeutenden Vermögen gaben diese Säulen weder einzeln noch selbst in ihrer Zusammenkoppelung (in der sie also eine Säule von 11000 Platten bildeten) auch nur die mindeste Spur einer chemischan Wirkung. Diese Säule wurde nun gebraucht, um Versuche über ihre Wirkung in verschiedenen Abständen anzustellen, wobey sich der Verfasser so wohl des gewöhnlichen Zamboni'schen Vertikalpendels, wie ihn Herr Azzalini im Jahre 1814 der Akademie in Münster zuerst übersandte, als auch eines von ihm selbst dazu erfundenen und schweren Horizontal-Pendels, und eines eigenen Distanzmessers bediente. Dies horizontal schwingende Pendel, dem der Verfasser den Namen Oscillationslibelle ertheilet, ist aus feinen Thermometerröhrchen zusammengesetzt, an deren einem Ende ein 2,7''' großes Kügelchen angeblasen und dann vergoldet worden ist. Die Länge vom Mittelpunkte eines Achathütchens, vermittelst dessen dies Pendel auf einer Spitze sich drehet, bis an den Mittelpunkt jenes Kügelchens beträgt 6 Zoll 4 Linien Pariſ. Maaß. Um dieser Glasnadel regelmäßigere Schwingungen zu verschaffen, hat er sie mit kleinen horizontalen Flügeln aus Kartenpapier versehen müssen. Sie ist so vollkommen äquilibrirt, daß selbst Bogen von 150 bis 160 Grad völlig horizon-

Digitized by Google

tal und mit ruhigem Gange zwischen den Polen der Säule zu durchlaufen und ohne starkes Anschlagen an die Säulen, selbst von jedem Pole so eben sich wieder zu erheben, und rückwärts zu entfernen vermag. Ihr Gewicht beträgt 153,5 Grane. Viel leichtere und kürzere Nadeln ließen sich wegen der Kraft dieser Säulen nicht anwenden, weil sie von einem Pole zum andern gewaltsam geschleudert wurden, und keinen ruhigen Gang annahmen. Den Abstand der beyden Polarpunkte, an welchen das vergoldete Kügelchen bey seinen Schwingungen jedesmal anstieß, genau zu bestimmen, ist unterhalb der Nadel ein eingetheilter Kreis angebracht, um dessen Mittelpunkt (über welchem sich zugleich der Ruhepunkt der Nadel befindet) sich ein Paar Lineale drehen, auf welchen isolirt zwey metallene Cylinderchen stehen, welche durch Dräthe mit den Polen der Säule selbst in Verbindung gesetzet sind, und durch Beyhülfe jener Lineale um einen beliebigen Winkel von einander entfernet werden können, so daß, wenn nun das Kügelchen des Pendels sich zwischen diesen Cylinderchen hin und her bewegt, ihr Abstand selbst genau durch den Bogen, den das Pendel beschreibt, oder dessen Sehne gemessen werden kann. Zugleich beschreibt nun auch der Verfasser die Einrichtung des Zamboniſchen Vertikalpendels, dessen er sich zu einer Reihe von Versuchen bedienet hat. Bey jeder Reihe von Versuchen sowohl mit dem horizontalen als vertikalen Pendel ist auf diese Art genau beobachtet worden, wie viele Schwingungen das Pendel bey diesem oder jenem Abstande der beyden Polarpunkte, an welche das Kügelchen des Pendels jedesmal anschlug, allemal innerhalb einer gewissen Zeit zurücklegte, und daraus ist dann abgeleitet worden, wie viele Schwingungen es jedesmal in einer Minute machte. Bezeichnen wir z. B. jene Sehnen oder Abstände in Pariser Linien mit x, und die entsprechende Menge von Schwingungen mit y, so gab die erste Reihe von Versuchen mit dem Horizontalpendel folgende Werthe:

Digitized by Google

x)	125,7	97,1	77,1	59,6	41,1	21,7
y)	10,6	13,75	17,96	24,6	35,6	65,5

Man sieht also hier sogleich, daß die Werthe von y zunehmen, so wie diejenigen von x abnehmen, daß aber diejenigen von y weder im umgekehrten einfachen Verhältnisse noch auch im umgekehrten der Quadratwürzeln von x stehen. Construirt man auch eine Curve nach Ordnung jener Werthe von x, als Abscissen und der umgekehrten Reihe jener Werthe von y als dazu gehörige Ordinaten, so daß z. B. zu den Abscissen x = 125,7; 97,1 u. s. die senkrechten Ordinaten y = 65,5; 35,6 u. s. aufgetragen werden, so ist die daraus sich bildende Curve weder eine gerade Linie noch eine Parabel, wie es doch seyn müßte, wenn die Schwingungszeiten sich umgekehrt entweder wie die Abstände x oder wie ihre Quadratwurzeln verhielten. Nach welchem Gesetz die Ordinaten dieser von dem Verfasser so genannten Oscillationscurve von den Abscissen abhangen, sucht nun der Verfasser durch eine Interpolationsformel auszumitteln. Es ergiebt sich, daß jene Ordinaten nach einer umgekehrten arithmetischen Reihe der fünften Ordnung fortlaufen, und also die Gleichung der Curve vom 5ten Grade seyn würde. Was aber nun eigentlich daraus für ein Gesetz der elektrischen Anziehung oder Abstoßung zwischen den beyden Polarpunkten nach Maaßgabe ihres Abstandes zu folgern seyn möchte, damit jedem Abstande diejenige Menge von Schwingungen des Pendels entspreche, als nach der Beobachtung gefunden worden ist, ist eine Frage, welche vielleicht der Herr Verfasser im größern Werke entwickeln wird.

Aus allen diesen angeführten Bemühungen geht hervor, daß das Gesetz, welches Herr Coulomb gefunden haben wollte, und als allgemein wahr anerkannt ward, so einfach und natürlich es auch zu seyn scheinet, noch Zweifeln unterworfen ist.

(Zus. zu S. 302. Th. VI.). Gegen den von Herr Remer hier angeführten Versuch in 1. ist angeführet

Digitized by Google

worden, daß die Erscheinung, daß nämlich bey einer schwachen Elektricität der Funken in den positiv elektrisirten Körper hinein, so wie aus dem negativ-elektrisirten heraus zu fahren scheine, ein optischer Betrug gewesen sey. Herr Remer *) bemerket aber dagegen, daß er gern dieser Meinung beystimmen wollte, wenn er der Einzige wäre, der diese Beobachtung gemacht hätte. Allein er sey im Beyseyn mehrerer unpartheyischer Zeugen mehrere Male wiederholet worden und zwar mit demselben von ihm angeführten Erfolge. Am auffallendsten und unläugbarsten zeige sich diese Erscheinung bey geriebenen Glasröhren. Hier brechen nämlich zwey bis 3 zöllige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben sich nach dem Glase hin: begreifen könne er diese Sache bis jetzt noch nicht.

Das Ausströmen eines Strahlenbüschels aus einem auf dem negativen Conduktor befestigten feinen Drahte gab Herrn Remer zu einem merkwürdigen Versuche Gelegenheit. Es stelle nämlich (Fig. 39.) A den positiven, und B den mit dem Reibzeuge einer Elektrisirmaschine verbundenen negativen Conduktor vor; beyde sind isolirt. C und D sind geschärfte Drähte, welche auf die Conduktoren gesteckt sind, und E F ist ein gebogener Draht, der isolirt über dem Cylinder der Maschine so aufgehängt ist, daß das Ende E desselben von der Spitze C, und das Ende F von der Spitze D nur $1\frac{1}{2}$ Zoll abstehe.

Wird nun der Cylinder der Maschine in Bewegung gesetzt, so zeigt sich auf der Spitze D ein Strahlenpunkt, an F ein Büschel, an E ein Punkt, an C ein Büschel; und hat man beträchtliche Entwickelung der Elektricität, so ist beym plötzlichen Stillstehen des Cylinders jedesmal an D und E das Ausströmen eines kleinen Strahlenbüschels mit lautem zischenden Geräusche wahrnehmbar.

Es ist nun aber bekannt, daß der Strahlenbüschel jedesmal die Gegenwart positiver, der leuchtende Punkt

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XVII. S. 25. ff.

Digitized by Google

jedesmal die Gegenwart der negativen Elektricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem diese Lichterscheinung hervortritt. Mithin muß der Draht E F an seinen beyden Endpunkten entgegengesetzte Elektricitäten und in einer Gegend zwischen den Punkten E und F (seinen Polen) eine Stelle haben, wo er keine elektrischen Erscheinungen mehr giebt (einen Indifferenzpunkt). Diesen Punkt konnte Herr Kemer durch kein Elektrometer finden; brauchbarer war dazu die einfache Kugel aus Hollundermark, welche an einem seidenen Faden isolirt erst positiv dann negativ elektrisirt wurde, und im ersten Falle von allen Punkten des Drahtes zwischen F und I abgestoßen, in I aber angezogen, im zweyten von den Punkten zwischen E und I abgestoßen in I aber wiederum angezogen wurde. Da nun I eine Anziehung zu ± E hat, so kann es selbst nur o E besitzen. Die Punkte zwischen E und I zogen die positiv elektrisirte, die Punkte zwischen I und F die negativ elektrisirte Kugel an. Dieser Versuch gab einen neuen Beweis des Fundamentalsatzes der Elektrologie, daß gleichnamige Elektricitäten sich abstoßen, ungleichnamige sich anziehen.

Nun wurde der Apparat dahin abgeändert, daß die Drähte D und F mit einander verbunden wurden. Alsdann war der ganze Draht D E F negativ elektrisirt, und in E erschien ein leuchtender Punkt. Hierauf wurde der Conduktor B mit dem Fußboden verbunden, und die Verbindung zwischen D und F aufgehoben, und dann elektrisirt. Jetzt war in Ansehung der Lichterscheinung alles wieder wie bey dem vorigen Versuche; als nun aber der Indifferenzpunkt auf die vorhin beschriebene Art gesucht werden sollte, war er nicht mehr in I, sondern der Draht war von F bis x positiv elektrisirt, von x bis E hingegen negativ, und der Indifferenzpunkt lag in x. Als darauf der Conduktor A mit dem Fußboden in Verbindung gebracht, und B wieder isolirt wurde, so fand sich, bey fortdauernden gleichen Lichterscheinungen der Draht zwi-

Digitized by Google

schen E und y negativ, zwischen y und F positiv. Folglich war nun y der Indifferenzpunkt.

Diese Versuche brachten Herrn Remer auf den Gedanken, daß die Lichterscheinung, wie bekannt, welche wir an Drahtspitzen wahrnehmen, die einem elektrisirten Körper entgegen gehalten werden, Zeichen von Elektricität in diesen Spitzen selbst sind. Um sich davon zu überzeugen, stellte er noch folgende Versuche an:

1. Er isolirte einen Draht und näherte ihn dem positiv elektrisirten Conduktor so weit, daß sich auf seiner Spitze ein Lichtpunkt zeigte. Jetzt untersuchte er seine Elektricität mit einem negativ-elektrisirten Hollundermarkkügelchen, und fand, daß dieser Draht die Kugel abstieß. Nachdem er ihn aber aus der Atmosphäre des positiv-elektrisirten Conduktors weggenommen hatte, zog er die Kugel an.

2. Das nämliche, aber umgekehrt, erfolgte bey dem negativ-elektrisirten Conduktor.

3. Ein dem positiven Conduktor genäherter Draht zog ein positiv-elektrisirtes, so wie ein dem negativen genäherter, ein negativ-elektrisirtes Kügelchen an, so lange sich die Drähte in der Atmosphäre des Conduktors befanden.

4. Alle diese Versuche gelangen eben so, wenn der Draht von einer isolirten Person, ja auch dann, wenn er von einer nicht isolirten gehalten wurde.

Bey diesen Versuchen ist es dem Herr Remer noch ungewiß, ob der Draht, welchen er zu den Versuchen gebrauchte, sein = E durch ungleiche Vertheilung, oder durch wirkliche Mittheilung oder Entziehung von Elektricität erhalten habe. Das erstere sollte man wohl glauben, indem er sogleich o E zeigte, als er aus der Atmosphäre des Conduktors gebracht wurde. Allein er könne auch, da er ziemlich zugeschärft gewesen, diese Elektricität der Einsaugung aus der Atmosphäre verdanken.

Digitized by Google

Herr Knoch suchte die vom Herrn Remer angeführten Versuche (S. 301. Th. VI.) nach dem dualistischen Systeme zu erklären. Was nämlich die Erscheinung betrifft, daß eine Lichtflamme an die Spitze eines negativ-elektrisirten Drahtes nahe genug gebracht von derselben angezogen wurde, da sie vorher in gehöriger Entfernung zurückgestoßen, und eben so gut, wie an einer positiv-elektrisirten Drahtspitze, ausgelöschet ward; so bemerket Herr Prof. Knoch, daß bey der Annäherung der Lichtflamme an die negative Spitze des Drahtes derselben durch Remers Körper und durch die Kerze + E zugeführet worden wäre, welches von dem — E der Spitze angezogen und aufgenommen sey.

In Ansehung der Versuche des Herrn Remer mit den Funken positiver Conduktoren führet Herr Knoch an, daß er dieselben sehr oft beobachtet habe; ihre Erklärungen hätten aber gar keine Schwierigkeit. Der Funken gehe sowohl aus dem Conduktor in den Knöchel der Finger und in die Kugel des Ausladers, als aus diesen in den Leiter über; zuweilen befinde sich beydes zusammen. Es komme zugleich ein Funke aus dem Leiter und einer aus dem Knöchel und dem Auslader, wenn man diesen gebrauche. Eigentlich genommen müßten beyde Funken allemal erfolgen; sie vereinigten sich mit einander. Man müsse nur besonders im Dunkeln auf die Farben des aus dem Leiter gezogenen Funkens Acht geben. Es finde sich allemal eine Stelle darin, welche violett ins Kupferfarbige übergehend erscheine, das Uebrige habe die gewöhnliche Feuerfarbe. An der Stelle, wo jenes Violett erscheine, vereinigten sich die aus dem Leiter und dem Auslader hervorspringenden Funken. Diese Stelle finde sich nicht immer an einem und demselben Orte. Bald zeige sich dies Violett in der Mitte, bald dem Leiter, bald der Hand oder dem Auslader näher.

Wenn der positive Conduktor isolirt sey, das Reibzeug aber mit dem Fußboden in Verbindung, so gehe das — E durch diesen in Remers Körper über, und

Digitized by Google

durch seine Hand wieder zu dem + E des positiven Conduktors. Wäre nun das — E stärker als das + E, so sehe man den Funken aus dem Fingerknöchel in den Leiter überspringen, oder wenn aus beyden ein Funke komme, so finde sich die violette Farbe in dem Funken näher gegen den Conduktor. Wäre das + E stärker, als das — E, so erfolge das Gegentheil. Wären beyde von gleicher Stärke, so komme ein gleicher Funke aus der Hand oder dem Ausladér und dem Leiter zugleich, und die violette Farbe erscheine in der Mitte des ausbrechenden Funkens. Wegen der großen Geschwindigkeit lasse sich dies bey jedem ausgezogenen Funken nicht gut beobachten, am besten im Dunkeln, und bey öfterer Wiederholung des Versuchs.

Sowohl das Ausströmen einer Flüssigkeit, als das Ausbrechen und Entstehen eines Funkens bey dem negativen Conduktor zeige uns deutlich, daß eine Materie ausgehe, aber nicht, daß sie aufgenommen werde, ob letzteres gleich eben so wie dem positiven Leiter geschehen könne; denn beyde Leiter nähmen die entgegengesetzte Elektricität auf. Hieraus lasse sich nun sehr leicht einsehen, woher es komme, daß, wenn man einen Körper in die Nähe eines elektrisirten Körpers bringe, in demselben die entgegengesetzte Elektricität rege werde, welches man, wie bekannt, gewöhnlich Vertheilung zu nennen pflege. Man dürfe diese Körper nun als Leiter betrachten, die die entgegengesetzte Elektricität herbey führten.

Was nun noch den letzten Versuch des Herrn Remer betrifft, so sucht Herr Knoch selbigen auf diese Art zu erklären: So lange die Maschine beweget wurde, strömte das — E aus der mit dem negativen Leiter verbundenen Drahtspitze aus, wie gewöhnlich, in Gestalt eines leuchtenden Punktes oder Sternes. Dies Ausströmen mußte natürlich nachlassen, sobald der Cylinder nicht mehr beweget wurde, und der darauf erfolgte Strahlenbüschel sey nicht aus der Spitze gekommen, sondern in dieselbe

Digitized by Google

eingegangen. Es war + E, welches sich wieder mit dem im negativen Leiter befindlichen — E verband, und aus dem nahe befindlichen Körper, auch aus der Atmosphäre, durch das starke — E des Leiters angezogen wurde. Bey schwacher Wirkung der Maschine habe das — E des negativen Leiters nicht die Kraft, solches auf eine so sichtbare Art an sich zu reißen, obgleich dies gewiß auf eine uns unmerkliche Art geschehe.

In Ansehung der Erscheinung des Windbüchsenlichtes, worauf Herr Remer zuerst aufmerksam machte, haben die Physiker in den neuern Zeiten verschiedene Ansichten gehabt. Herr Remer selbst hielt sie anfänglich für ein elektrisches Phänomen. Auch den Herren Weber und Wolff schien dies Licht elektrischer Natur zu seyn, und letzterer suchte sogar die Entstehung der Elektricität durchs Reiben der mit Oehl geschwängerten Luft an der reinen abzuleiten (M. s. Th. VI. S. 509.). Herrn Remer scheint es aber nicht wahrscheinlich zu seyn, daß die Windbüchsenlicht-Erscheinung auf diese Weise bewirket werde. Denn

1. sey das Licht, welches hier entwickelt werde, so beträchtlich, daß man dabey eine starke elektrische Spannung wahrnehmen müßte, wenn es von Elektricität entstünde, und daß der schlechte Leiter, welcher hier vorhanden sey (der Oehldunst), sie nicht ganz und auf einmal ableiten könnte.

2. Schwerlich möchte die Reibung des Oehldunstes (denn Luft reibe sich nicht an Luft) an der Luft im Stande seyn, eine so starke Elektricität zu erzeugen, als hier vorhanden seyn müßte, wenn dies Licht elektrisch wäre.

3. Die Ursachen, welche die Elektricität, Herrn Wolff's Meinung gemäß, erzeugen sollten, bleiben in der mit Luft gefüllten eingeöhlten Windbüchse beständig, allein die Intensität des Lichtes nehme in dem nämlichen Verhältnisse ab, in welchem die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe abnehme. Anfänglich sehe er, wenn er mit 250 Kolben-

Digitized by Google

gügen die in seiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht habe, einen fast fußlangen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, welcher sein ganzes ziemlich geräumiges Zimmer schwach erleuchte. Mit jedem Schusse nehme aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug sey, eine Kugel in ein tannenes Brett, in einer Entfernung von 30 Schritten, auf einen Zoll tief hineinzutreiben, so sey das Licht ein bloßes bläuliches Flämmchen an der Spitze des Rohres, welches beym nächsten Schusse ganz verschwunden sey. Dies dürfte nicht der Fall seyn, da hier die reibenden Kräfte noch eben so groß wären.

4. Man sehe diese Erscheinung nicht bey allen Windbüchsen, sondern nur bey einigen, welches er selbst bemerkt habe, und von Herrn Gilbert bestätiget sey. Allein alle metallene Windbüchsen seyn eingeöhlt; folglich müßten sie, hätte Wolff Recht, alle diese angebliche Elektricität erzeugen.

Diese Zweifel zusammen genommen mit der völligen Unmöglichkeit, dabey eine Spur von Elektricität sinnlich wahrnehmbar zu machen, zwingen ihn eine andere Erklärung des Windbüchsenlichtes zu suchen, wovon folgende Thatsachen vielleicht die Materialien enthielten:

1. Deparcieux bemerkte, daß, wenn man die so genannten Petarden der Barometermacher, (kleine sehr dünn geblasene, fast luftleere Kugeln welche bey der leisesten Erschütterung mit Knallen zerbrechen) im Dunkeln zersprengt, sie dann einen Lichtschein von sich geben.

2. Derselbe sah, daß, wenn im Guericke'schen Vacuo eine luftvolle dünn geblasene Glaskugel zerbrochen wurde, sich Licht wahrnehmen ließ.

3. Dasselbe erfolgt beym Abschließen der Windbüchse.

4. Wenn man die Luft unter der Glocke der Luftpumpe verdichtet, nachdem man das Rohr, durch welches der Raum der Glocke mit dem Cylinder verbunden ist, mit

Digitized by Google

einem Wassertropfen versehen hat, und dann die Luft schnell durch dieses Rohr entweichen läßt, so gefriert das Wasser an dem Rohre zu Eis. Es wird folglich bey dieser Verdünnung der Luft Wärme gebunden.

5. Wenn man in die Condensationsglocke ein empfindliches Thermometer hängt, so steigt das Queckſilber in demselben während des Condensirens um einige Grade, und fällt beym raschen Austreten der Luft schnell viel tiefer herab, als es vor dem Versuche stand. Die Condensation der Luft macht also Wärme frey.

6. Wenn man unter dem Recipienten der Luftpumpe die Luft beträchtlich vermindert, nachdem ein sehr empfindliches Thermometer in demselben angebracht ist, so fällt das Queckſilber um einige Grade, und steigt wieder, wenn man die Luft aufs neue zutreten läßt, oft höher, als es vor dem Versuche stand. Hier wird folglich durch die Verdünnung der Luft Wärme gebunden.

Vergleichen wir nun, sagt Reimer, die Lichterscheinungen mit den Wärmephänomenen, so nehmen wir eine sonderbare Uebereinstimmung dabey wahr, indem überall, wo dichtere Luft schnell in einem größern Raum ausgedehnet wird, Kälte und Licht erscheinen. Fast sollte man daher bewogen werden zu glauben, daß diese beyden, so oft neben einander existirenden, so oft mit einander verwechselten, und so oft für einander entgegen gesetzt gehaltenen Wesen, wenn sie materiell sind, wirklich einander entgegengesetzt sind, und daß Gebundenwerden von Wärmestoff eine ihm proportionale Menge von Lichtstoff auszuscheiden vermöge.

Will man indeß von dieser Coexistenz die Causalverbindung dieser beyden Phänomene nicht ableiten, so kann man vielleicht eine andre Erklärung derselben in der veränderten Dichtigkeit finden. Vielleicht hat nämlich die Luft, je dichter sie ist, eine desto stärkere Kraft, den Lichtstoff mit sich zu verbinden und chemisch zu vereinigen. Wenigstens rückt die Luft bey einer solchen gewaltsamen Verdichtung in einen sehr kleinen Raum zusammen, wel-

Digitized by Google

chen sie vorhin mehrere Malen auszufüllen im Stande gewesen seyn würde. Dasselbe thut auch das Licht, welches materiell und chemisch gebunden, in dieser Luftportion enthalten ist. Wenn aber dieser Luft ein Ausweg gestattet wird, so dehnet sie sich schnell in einen größern Raum aus, wobey ihre Capacität für die Wärme vermehrt, aber zugleich auch der bisher zusammengepreßte Lichtstoff in heftige Bewegung gesetzt, mithin sichtbar gemacht wird; wenn anders leuchtendes, sichtbares Licht Bewegung des Lichtstoffes im Raume ist.

Herr Gilbert bemerket hiebey, daß es merkwürdig wäre, wenn das Licht in diesem Falle ein umgekehrtes Verhalten mit der Wärme haben sollte. Aber dann müßten, wie es scheine, alle Windbüchsen, in welchen die Luft gehörig stark verdichtet ist, beym Abschießen leuchten. Oder sollte vielleicht die Dimension des Laufs und des Ventils darauf Einfluß haben können?

Inzwischen war um diese Zeit das Windbüchsenlicht auch in Frankreich und England bekannt geworden, wie folgende Notiz aus Nicholson's journal, April. 1803. p. 280. beweiset. Pictet hatte nämlich an Tilloch berichtet, ein gewisser Mollet aus Lyon habe dem Nationalinstitute am 29ten Dec. 1802 einen Aufsatz vorgeleget, über eine leuchtende Erscheinung, die sich beym Losschießen einer Windbüchse im Dunkeln zeigt, welches Pictet für eine noch unbemerkte Sache hält. Allein schon vor 1½ Jahre brachte Herr Fletcher dieses in London in einer Gesellschaft zur Sprache, welche sich damals wöchentlich bey Nicholson versammlete, um sich über physikalische Gegenstände zu unterhalten. Es entstanden darüber mehrere Discussionen, was der Grund sey, ob Elektricität, Capacitätsveränderung in der sich ausdehnenden Luft, und es wurde darüber eine Reihe von Versuchen beschlossen, welche aber nicht zur Ausführung gekommen sind. Herr Mollet in Frankreich hatte, ob auf Veranlassung dieser leuchtenden Erscheinung beym Losschießen einer Windbüchse, oder nicht, dem Natio-

Digitized by Google

nalinstitute angezeigt, daß er verbrennliche Körper, als Schwamm u. dgl. in einer Compressionspumpe durch einen schnellen Stoß des Stempels zum Zünden gebracht habe. Aus dieser Entdeckung entstand nachher das sogenannte pnevmatische Feuerzeug, mit welchem sehr wahrscheinlich die Erscheinung des Windbüchsenlichtes in der genauesten Verbindung stehet. M. s. Feuerzeug, pnevmatisches.

(Zus. zu S. 909. Th. I.). Im Jahre 1800 entdeckte Volta die galvanische Batterie, durch welche erst in den neueren Zeiten die wichtigsten Entdeckungen besonders in der physischen Chemie sind gemacht worden. Man wurde nun überzeuget, daß die Elektricität nicht allein wirksam ist, Zusammensetzungen hervorzubringen, sondern auch schon bestehende zu zersetzen. Man hatte zwar eine ziemlich lange Zeit gestritten, ob die sogenannte galvanische Elektricität mit der gewöhnlichen identisch sey, oder ob beyde verschiedene Eigenschaften besäßen, obgleich vielfältig bewiesen wurde, daß mit der gewöhnlichen Elektricität dieselben Zersetzungen, wie mit der galvanischen durch die Batterie bewirket wurden. Endlich aber gab den schönsten Beweis für die Identität der galvanischen und der gewöhnlichen Elektricität die Entdeckung der sogenannten trockenen Säulen, von welchen schon früher Bährend die Möglichkeit gezeiget, Zamboni aber im Jahre 1814 am vollkommensten zur Wirklichkeit gebracht hatte.

Alle diese überaus wichtigen Entdeckungen, welche mit Hülfe der galvanischen Batterie sind gemacht worden, werden in den dahin gehörigen eigenen Artikeln kürzlich angeführet werden.

Auch hatte man schon lange vermuthet, daß die Elektricität und der Magnetismus so zu sagen einerley Urkräfte wären. Der erste, welcher sich besonders damit beschäftigte, durch Versuche diese Vermuthung zu bestätigen, war Herr Ritter; allein diese wichtige Entdeckung

Digitized by Google

wurde erst im Jahre 1820 durch den Herrn Prof. Oerstedt gemacht. M. s. Magnet.

(Zus. zu S. 922. Th. I.) Herr Lars Ekmark *) hat aus mehreren von ihm angestellten Versuchen es wahrscheinlich zu machen gesucht, daß es wirklich zwey verschiedene elektrische Materien, nämlich + E, und — E gebe. Er wollte einmal versuchen, die Elektricität über die Oberfläche schlechter Leiter zu führen; unter andern über Glas, das mit Metallspänen bestreuet war. Der Schlag bildete auf diesem Glase ein schönes Lauffeuer im Zickzack; dadurch wurden die Feilspäne wie aufgepflügt, und auf die Seite geworfen, und an dem innern Rande des Weges, den der Schlag genommen hatte, zeigten sich auf der Glasfläche kleine glänzende Punkte, dicht neben einander, welche bey Messingstaub weiß, und durch kein Mittel von einander zu trennen waren. Dies veranlaßte ihn, statt der Leiter nicht leitende Pulver zu nehmen, und stellte damit folgende besonders wichtige Versuche an.

1. Eine auf einer Seite belegte Glastafel wurde auf der unbelegten Seite mit Schwefelblumen bestreuet, eine positiv geladene Flasche von ¼ Quadratfuß Belegung vorsichtig darauf gestellt, und darauf der Knopf der Flasche mit einem Leiter berührt. Das Pulver auf der Glastafel setzte sich von der Flasche aus in Bewegung und legte sich rund um, in Gestalt von Lappen oder Wellen mit gleichen Kanten an, die um so stärker, deutlicher und weiter ausfahrend waren, je stärker die Flasche geladen war.

2. Derselbe Versuch wurde mit einer negativ geladenen Flasche wiederholet. Nun setzte sich das Pulver von der äußern Seite in Bewegung, und legte sich in Figuren, welche an Weite und Gestalt ungefehr den vorigen Wellen gleich kamen; statt der gleichen Kanten aber zeig-

*) Aus den Konigl. Vetensk. Akademiens Nya Handlingar, Stockholm, 1800. 21stes Quart. ausgezogen vom Professor Droysen in Greifswald. in Gilbert's Annalen. B. XXIII. S. 432.

Digitized by Google

ten sich ausschießende Strahlen oder Zweige. Diese Ungleichheit scheint mit der Verschiedenheit des Lichtes beym Ausströmen entgegengesetzter Elektricitäten aus Spitzen einerley Ursache zu haben.

3. Die Glasscheibe war wie zuvor eingerichtet, die aufgesetzte Flasche positiv geladen, und der Knopf derselben wurde mit einem isolirten Ausladet berühret, dessen anderer Knopf so weit von der Flasche auf die Tafel gelegt war, daß die Entladung nicht erfolgen konnte. Das Pulver legte sich jetzt um die Flasche in Wellen, und um den Knopf des Ausladers in Strahlen, welche stark gegen einander schossen, sich aber doch nicht berührten. Die Figuren litten hierbey, je nachdem die Flasche stärker oder schwächer geladen war, einige Veränderungen. Gebrauchte er einen nicht isolirten Auslader, so erfolgte dasselbe: doch schienen die Figuren um den Knopf des Ausladers schwächer und kürzer zu seyn. Hatte der Auslader eine Spitze und erfolgte die Entladung langsam, so giengen doch die Wellen von der Flasche aus.

4. Derselbe Versuch mit einer negativ geladenen Flasche wiederholt gab dieselben Resultate auf die entgegengesetzte Weise.

5. Der dritte Versuch wurde mit der Abänderung wiederholt, daß der Knopf des Ausladers näher an die Flasche, nur 2 bis 3 Zoll von ihr entfernt gesetzt, und so die Entladung bewirkt wurde. Nun waren die Wellen von der Flasche, und die Strahlen von dem Entlader gegen einander gestoßen, hatten sich berührt, und der Schlag hatte durch Auseinanderpflügen der Schwefelblumen einen Weg in Zickzack gebildet, der, so lange er durch die Wellen lief, schmaler als in den Strahlen war, wo seine Breite $1\frac{1}{2}$ bis 2‴ betrug. In der Mitte blieb ein sehr schmaler blaßgrauer Rand, vermuthlich von den geschmolzenen Schwefelblumen, welcher in dem Vereinigungspunkte der Wellen und Strahlen abgebrochen oder in eine Menge feiner Striche getheilet war.

Digitized by Google

War die Entfernung des Knopfes von der Flasche noch geringer, so gieng der Schlag verschiedene Wege, welche sich zuweilen recht schön in mehrere kleinere theilten, die alle die nämliche Erscheinung zeigten.

6. Mit einer negativ geladenen Flasche erfolgte das nämliche, aber umgekehrt. Nothwendig ist es, daß die Scheibe unten belegt sey, sonst erscheinen gar keine Figuren weder auf der positiven noch auf der negativen Seite, und die Entladung geschiehet in einem wenig größern Abstande zwischen Flasche und Entladungsknopf, als wenn das Glas gar nicht gepudert wäre. Aber der aufgepflügte Weg und dessen Erscheinungen sind dieselben.

Aus dem oft wiederholten Versuche folgt ohne Zweifel, daß die Schwefelblumen sowohl von der positiven als negativen Seite der geladenen Flasche in Bewegung gesetzet werden. Diese Bewegung läßt sich nach Ekmark wohl nicht gut anders, als durch ein Ausströmen einer Materie, sowohl aus der +E als —E Seite erklären, und es ist wahrscheinlich, daß es zwey elektrische Materien giebt, von welchen keine ruhend ist, sondern die beyde bey Erscheinung eines Funkens gegen einander strömen. Dieses Zusammentreffen geschieht nach folgenden Gesetzen:

1. Wenn der Leiter, wodurch die Flasche entladen wird, unterbrochen ist, wenn man auch den feinsten Metalldraht dazu nimmt, so erscheint auf der bestaubten Glasscheibe gar keine Figur.

2. Ist der Entlader auf der Stelle unterbrochen, so geschieht das Zusammentreffen genau in der Mitte der Unterbrechung, wenn beyde Elektricitäten an beyden Seiten gleichen Widerstand finden, d. h. wenn die Enden an beyden Seiten gleich stumpf sind; sonst näher dem stumpfen zu; und wenn das eine Ende spitzig und das andere stumpf ist, so geschiehet das Zusammentreffen gegen die Ebene des stumpfen Endes zu.

Alles dasselbe ereignet sich, wenn statt der völligen Unterbrechung eine schlechte Leitung, z. B. Feilspäne auf

Digitized by Google

Glas gestreuet, da ist. Dann geschiehet das Zusammentreffen auf dem schlechten Leiter, aber nicht in einem Punkte; denn beyde Enden befinden sich, eines mit Wellen, das andere mit Strahlen umgeben; um den Vereinigungspunkt aber liegt der Staub ungerührt. Uebrigens, je stärker die Ladung und je größer der Abstand ist, desto größer sind auch die Figuren, welche auf ihrer Seite die Theile des Leiters, zunächst der Unterbrechung, umgeben.

3. Wenn mehrere und zwar gleiche Unterbrechungen da sind, so theilen sich beyde Elektricitäten unter sich gleich, so daß, wenn die Zahl der Unterbrechungen gerade ist, das Zusammentreffen in der Mitte des Leiters, und wenn ihre Anzahl ungerade ist, in der mittleren Unterbrechung geschieht.

4. Wenn die Unterbrechungen ungleich sind, so scheinen sich beyde Elektricitäten doch so unter einander zu theilen, daß die Summe der zu überwindenden Widerstände an beyden Seiten gleich ist. Dieser Umstand kann zu bedeutenden Aufklärungen Anlaß geben.

5. Der dritte und vierte Punkt gelten nur dann, wenn die Länge des Leiters zu beyden Seiten und zwischen den correspondirenden Unterbrechungen gleich ist. Wird dies nicht in Acht genommen, so bemerkt man einige Abweichungen.

Die negative Elektricität scheint nach allem diesen nicht träger und leidender als die positive zu seyn.

Wie steht es aber nun mit den Beweisen, welche für die Franklin'sche Theorie angeführet werden? Diese lassen sich nach Ekmark in zwey Classen theilen:

Die erste Classe dieser Beweise ist von den Erscheinungen des elektrischen Lichtes hergenommen. Alle diese Beweise, sagt Ekmark, möchten wohl wenig Gewicht haben. Die meisten beruhen auf dem Urtheile des Auges; und wie sonderbar ist es, daß es dem einen scheint, der Funke gehe aus dem elektrischen Leiter, dem andern, er gehe in denselben, weil sie glauben, eins von beyden

Digitized by Google

sey nothwendig, indeß wir wissen, daß keins von beyden statt habe, sondern daß ein Funke sowohl aus dem elektrisirten Conduktor, als aus dem genäherten Leiter ausgehe, wenn keiner von beyden spitz ist. Denn was nach dem Vorhergehenden bey Entladung einer Flasche zutrifft, gilt im allgemeinen auch von dem Knisterfunken, weil dieser nie durch ein Mittel hindurch gehen kann, ohne daß dasselbe vorher geladen ist. Ueberdieß kann man oft an dem Knisterfunken sehen, daß er an den Enden beyder Leiter dicker, und in der Mitte schmäler, ja bisweilen ganz abgebrochen ist, welches schon Kratzenstein bemerkte.

Die zweyte Classe der Franklin'schen Beweise ist von der Bewegung der Lichtflamme und eines Korkkügelchens, durch welche ein Schlag geleitet wird, hergenommen. Ekmark hat diesen Versuch mit aller möglichen Sorgfalt angestellt, aber einen ganz andern Erfolg erhalten. Denn die gegen das Ende eines elektrisirten Leiters gehaltene Lichtflamme wich sowohl bey negativer als positiver Elektricität zurück, und wenn er in der Entladung einer positiv oder negativ geladenen Flasche zwischen die unterbrochene Leitung eine Lichtflamme brachte, wurde das Licht in keine zitternde Bewegung gesetzt; er bemerkte keine Neigung nach irgend einer Seite, außer daß sie an beyden Seiten mehr nach unten gedrückt wurde, so daß sie sich nach beyden Seiten ausdehnte, welches uns nicht wundern dürfe, wenn wir bedenken, daß beyde E, welche jede von ihrer Seite zur Flamme kommen, in diesem Punkte zusammentreffen. Machte er den Leiter mit zwey Unterbrechungen und stellte das Licht in die, welche der innern Seite einer positiv geladenen Flasche am nächsten war, so folgte die Flamme wohl dem Wege der positiven Elektricität; aber eben dies geschah, wenn die Flasche negativ geladen war.

Er fürchte, daß es sich mit den Korkkügelchen eben so verhalte, ob er gleich diese Versuche anzustellen keine

Digitized by Google

Gelegenheit hatte. Sie erfordern viele Zeit, da sie so gern misglücken.

Die chemischen Veränderungen, welche der elektrische Funke und Schlag in den Körpern verursachen, möchten auch wohl nicht so genugthuend nach der Franklin'schen, als nach der Symmer'schen erkläret werden können. Diese erlaube uns anzunehmen, daß sowohl die positive als negative Elektricität gegen die meisten Körper, z. B. gegen Wärmestoff, und andere, eine große Anziehung habe; daß daher, wenn ein elektrischer Schlag durch Gas gehe, jede von diesen Elektricitäten auf ihrer Seite, einen Theil dieses Gas scheide, indem sie sich mit dessen Basis sättige, und Licht mit Wärme frey mache; daß aber diese beyden Elektricitäten, wenn sie zum Vereinigungspunkte jede für sich gesättiget mit der Basis der Gasart kämen, vereint Wärme erzeugten, wodurch eine eben so große Menge Luft aufs neue erzeuget werde, als eben zerstört worden, und daß aus eben dieser Ursache der elektrische Schlag Luft von einer Menge flüssiger und fester Körper scheide, wie z. B. von Wasser, Oehl, vollkommenen Metalloxyden, ja unter gewissen Umständen selbst Metalle in Luftgestalt verwandele. Daher komme es auch, daß, wenn der Schlag durch eine Luftart gehe, keine Wärme im Berührungspunkte frey werde, so wie in dem angeführten Versuche die Schwefelblumen in diesem Punkte nicht gern zu schmelzen schienen, da man doch, wenn dieser Versuch in einem vollkommen luftleeren Raume geschehen könnte, die Schwefelblumen nur in dem Vereinigungspunkte geschmolzen finden sollte. Daß aber eine gleiche Sättigung beyder Elektricitäten Wärme verursache, scheine, nach Anleitung mehrerer anderer Versuche, wenigstens nicht unglaublich. Es möchte vielmehr eine ziemlich beständige Regel seyn, daß in jedem Punkte, in welchem die elektrische neutrale Materie vermehrt werde, auch die Menge des Wärmestoffs vermehret werde.

Digitized by Google

Herr Tremery *) führet an, daß das verschiedene Leitungsvermögen der Luft für positive und für negative Elektricität der wahrscheinlichste Grund der elektrischen Erscheinungen sey, welche mit dem dualistischen Systeme nicht übereinzustimmen scheinen.

Folgender Versuch (von dem Genfer Lullin, als dem ersten Anstellet desselben, Lullin's Karte genannt) ist bekannt. Man stelle eine Karte m n (Fig. 41.) zwischen die beyden Spitzen des Henley'schen allgemeinen Ausladers, so daß sie in einiger Entfernung von einander, beyde die Karte berühren; die Spitze a, welche beym Entladen mit dem positiven innern Belege communicirt, in b, die Spitze d, welche mit dem äußern negativen Belege verbunden ist, in c. Erfolgt nun der Entladungsschlag, so sieht man längs der Seite des positiven Drahts a den elektrischen Funken sich bis zu dem Punkte x hinschlängeln, welchem die negative Spitze gegen über steht; hier erfolgt die Durchbohrung, und an der negativen Spitze sieht man einen leuchtenden Punkt.

Dieser Versuch scheint auf dem ersten Anblick mit der dualistischen Theorie unvereinbar, und für die Franklin'sche entscheidend zu seyn. Herr Tremery zeiget aber, daß er sich allerdings auch mit jener Theorie in Harmonie bringen lasse, wenn man nur annimmt, daß die atmosphärische Luft für beyde Elektricitäten ein sehr verschiedenes Leitungsvermögen besitze, und zwar für + E ein ohne Vergleich größeres, als für — E.

Da unter dieser Voraussetzung die — E unendlich mehr Widerstand als die + E beym Verbreiten durch die atmosphärische Luft finden würde, so wäre es so gut, als fesselte die Oberfläche der Körper die — E, und als hätten die negativ elektrisirten Körper selbst eine mächtige Anziehung zu der + E, obgleich diese Anziehung nur der in ihnen zurückgehaltenen — E zukäme. Hieraus würden sich zugleich die Verschiedenheiten der Lichtgestalten bey Spitzen und der lichtenbergischen Figuren erklären lassen.

*) Journal de physique Tom. LIV. p. 387-397.

Digitized by Google

Um diese Annahme zu prüfen, wiederholte Herr Tremery den Versuch unter dem Recipienten einer Luftpumpe, unter welchem die Luft bis zu einer Quecksilberhöhe von ungefähr 3 Zoll ausgepumpt war. Die Karte wurde nun in einem Punkte y durchbohret, der ungefähr in der Mitte zwischen den beyden Spitzen lag, und zu beyden Seiten der Karte sah man Lichtströme.

Er ließ nun die Luft allmählig wieder hinein, und wiederhohlte den Versuch in verschiedenen Dichtigkeiten. Für jede entstand ein Loch an einer andern Stelle, so daß sich im Stücke yz der Karte eine ganze Reihe von Durchbohrungen, eine nicht weit von der andern, fand. Damit die Entladung nicht durch die früher gebildeten Löcher gehe, muß die Karte etwas in die Höhe gezogen werden. Manchmal entstehen bey einem Entladungsschlage mehrere Löcher zugleich; in diesem Falle sind aber alle Löcher so vertheilt, daß es unmöglich seyn würde zu sagen, an welcher Seite der positive, und an welcher der negative Draht gewesen sey.

Wird der Versuch in Luft von noch geringerer Dichtigkeit wiederholt, so liegt der Punkt, wo der Schlag die Karte durchbohrt, näher bey dem positiven Drahte z als bey dem negativen o, und der größere Lichtstrom zeiget sich dann an der negativen Seite.

Herr Tremery schließt hieraus: 1. daß das Leitungsvermögen der atmosphärischen Luft für positive und negative Elektricität wesentlich verschieden ist; daß 2. unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre das Leitungsvermögen der Luft für positive Elektricität ohne Vergleich größer ist, als das für negative Elektricität; daß 3. dieses Leitungsvermögen jedes nach einem eigenen Gesetze sich mit der Dichtigkeit der Luft verändert, so daß für eine gewisse bestimmte Dichtigkeit der Luft, beyde einander gleich sind; 4. daß von diesem verschiedenen Leitungsvermögen der Luft beym gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre alle Zeichen herrühren, welche zu beweisen scheinen, daß die Glaselektricität positive, die Harzelektricität da-

Digitized by Google

gegen negative, mithin jene Ueberschuß, und diese Mangel an Elektricität sey.

Die Theorie zwey elektrischen Flüssigkeiten, sagt Herr Tremery, hat den Vorzug, beyden Elektricitäten einen völlig gleichen Antheil an den Wirkungen beyzulegen, die sich dem Beobachter unter so gleichen Zügen zeigen, und alles auf gleiche Erklärungen zurück zu führen. Daß zwey negativ elektrisirte Körper einander abstoßen, dieses zu erklären ist von jeher der Stein des Anstoßes für die Franklin'sche Theorie gewesen. Denn wie läßt sich beweisen, daß Mangel an elektrischer Materie eben so Abstoßung, als Ueberfluß an derselben bewirken könne? Umsonst nimmt man zur umgebenden Luft oder zu den umgebenden Körpern seine Zuflucht.

Mit Unrecht, sagt ferner Herr Tremery, hat man bisher den Widerstand, welchen Nichtleiter den beyden Arten von Elektricität leisten, mit einander vermischt, und für Eins genommen. Ich vermuthe, daß man in dieser Hinsicht sehr große Verschiedenheiten finden würde, wenn man für alle Nichtleiter mit Genauigkeit den Widerstand bestimmen könnte, den sie der einen, und den sie der andern Elektricität leisten.

Herr Tremery *) hat auch ein zwar längst bekanntes elektrisches Phänomen, das aber bis dahin nicht hat erkläret werden können, auf eine genügende Art nach dem dualistischen Systeme erkläret. Wenn man nämlich eine starke Entladung durch mehrere auf einander liegende Blätter Papier hindurch gehen läßt, wird jedes Blatt durchbohrt, und die Mittelpunkte aller einzelnen Löcher liegen meistentheils in einer geraden Linie. Wenn man dagegen, wenn die übrigen Umstände gleich bleiben, einen Streifen Stanniol in die Mitte des Heftes zwischen den Papierblättern legt, so findet man nach der Entladung zwar ebenfalls alle einzelne Blätter des Papiers durchlöchert, jedoch mit dem Unterschiede, daß

*) Nouveau Bulletin des sciences par la societé philomat. May 1809.

Digitized by Google

die gerade Linie, die durch die Mittelpunkte der Löcher derjenigen Blätter geht, welche oberhalb des Stanniolstreifens liegen, nicht mehr die Verlängerung der geraden Linie ist, die durch die Mittelpunkte aller Löcher der untern Blätter geführet wird; beyde machen vielmehr einen Winkel mit der geraden Linie zwischen den Durchbohrung in dem obersten und in dem untersten Blatte. Aus dieser relativen Neigung des obern und untern Schußkanals folgt, daß das Stanniolstreifen in zwey verschiedenen Punkten durchbohret wird.

Es sey (Fig. 34.) KK das Heft Papier, und ab der Stanniolstreifen. Durch c, als die Mitte von ab, ziehe man pq senkrecht auf ab. v und r sind zwey von der senkrechten pq gleich entfernte Punkte, in welchen sich die Kugeln eines allgemeinen Ausladers befinden mögen, der mit einer Batterie verbunden sey. Die eine z. B. v lade sich mit Glaselektricität, indem sie mit der innern Belegung einer Batterie in Verbindung stehe, die mit Glaselektricität geladen werde, die andere Kugel r wird während dessen mit Harzelektricität erfüllt, wenn sie mit dem äußern Belege derselben Batterie verbunden ist.

So wie nun die Glas- und die Harzelektricität im Moment der Entladung sich in die Kugeln v und r ergießen, streben sie, einen Theil der natürlichen Elektricität im Streifen ab zu zersetzen. Da sich aber die Theilchen jeder einzelnen entmischten Flüssigkeit wechselseitig abstoßen, während sie die Theilchen der andern anziehen, so ist leicht einzusehen, daß die Hälfte ac des Streifens mit Harzelektricität, und die Hälfte bc mit Glaselektricität geladen werden muß.

Es sey o der Mittelpunkt der Kraft für ac, und o' für bc. Die Glaselektricität der Kugel v wird nun durch zwey Kräfte sollicitirt, deren Richtungen durch die Linie vr und vo ausgedruckt sind; denn nicht blos die Harzelektricität der Kugel r, sondern auch den mit diesem Fluidum gleichfalls erfüllte Theil ac des Stanniolstreifens ziehen dieselbe an. Eben so findet für die

Digitized by Google

Harzelektricität der Kugel r eine Anziehung nach der Richtung rv und eine zweyte nach ro′ statt.

Wenn wir die Sache noch genauer erwägen, so zeigt sich, daß eine jede dieser Elektricitäten, so wohl die in v, als die in r, nicht blos von zwey, sondern eigentlich von drey Kräften sollicitirt wird; denn in der That wirkt die Glaselektricität der Ladung des Theils bc auch noch repellirend auf die Glaselektricität von v; so wie die Harzelektricität des Theils ac das gleichnamige Fluidum in r abstoßen muß.

Es folgt hieraus, daß man sich füglich die Glaselektricität der Kugel v als von zwey Kräften zugleich sollicitirt gedenken kann, deren Richtung und Intensität durch die Linien vn und vr ausgedruckt werden, indem vn nur einen sehr geringen Winkel mit der Linie vo macht. Und eben so wird die Harzelektricität in r durch zwey Kräfte getrieben nach den Linien rv und rn′, wobey der Winkel n′ro′ dem Winkel nvo gleich ist.

Wenn man nun zu vn und vr, als Seitenkräften das Parallelogramm vmrn construirt, und ebenfalls das Parallelogramm rvm′n′ für die Linien rv′ und rn′, so zeigt sich, daß die Glaselektricität von v aus sich nach der Diagonale vm, und die Harzelektricität von r aus nach der Diagonale rm′ bewegen werden. Wenn die erste den Weg vz und die andere den Weg rz′ durchlaufen haben, vereinigen sie sich in dem Metallstreifen, und es wird dort die natürliche Elektricität wieder hergestellt.

Aus diesem folgt, daß die über dem Stanniolstreifen ab liegenden Blätter des Papiers so durchbohret werden, daß die gerade Linie vz durch die Mittelpunkte aller Löcher geht; und die Linie rz′ eben so durch die Achse des Kanals gehen wird, den die Elektricität durch die unter ab liegenden Blätter durchbohrt. Da nun rz′ nicht in der Verlängerung von vz liegt, so muß nothwendig den Stanniolstreifen in zwey Punkten, z und z′, durchbohrt werden.

Digitized by Google

Die Entfernung zwischen r und s wird größer oder geringer seyn, je nachdem man v und r weiter von der senkrechten pq ab, oder ihr näher nimmt. Wenn v und r in der Linie pq selbst liegen, so müssen die Mittelpunkte beyder Löcher in einem einzigen Punkte c zusammenfließen.

Als Herr Cremery den Apparat so eingerichtet hatte, daß die Mittelpunkte der Kugeln, v und r so viel wie möglich in der Linie pq lagen, gelang es ihm in der That, den Stanniolstreifen in zwey Punkten zu durchbohren, die so nahe an einander lagen, daß die Ränder der Löcher in einander flossen, und zwey Kreise bildeten, deren Peripherien sich durchschnitten.

Wenn Karten von einem elektrischen Entladungsschlage durchbohrt werden, so war schon längst bemerket worden, daß das Loch jedesmal an beyden Seiten der Karte erhabene Ränder besitze. Mehrere Physiker haben diese Erscheinung als einen mechanischen Beweis angesehen, daß es zwey elektrische Materien, und bey jeder Entladung zwey in entgegengesetzter Richtung sich bewegende elektrische Ströme gebe, deren jeder für sich beym Austritte aus der Karte den Rand des Lochs habe.

Ein englischer Physiker Wadsser behauptete aber, immer nur Einen Rand an den Durchbohrungen, und zwar an der negativen Seite, gesehen zu haben. Dieses veranlaßte Herrn Gough, den Versuch mit Karten zu wiederholen, welche an beyden Seiten, jede mit einem gleichschenklichten Dreyecke aus Stanniol, so belegt waren, daß die Basis des Dreyecks an den gegenüberstehenden Rändern der Karte lagen, und deren Spitzen sich beyde in der Mitte der Karte befanden. Als er eine mit + E geladene Batterie durch sie entlud, hatte das Loch an beyden Seiten bey Karte erhabene Ränder, doch waren an der Seite nach dem positiven Belegungsstoff die Ränder minder hoch, als nach der entgegengesetzten Seite zu. Dasselbe fand statt, als er die Flasche mit — E lud, und sie durch

Digitized by Google

die Karte entladete. Es scheint also Herr Wachsher den erstern Rand übersehen zu haben. Die Durchbohrung, bemerkt Herr Gough, glich in beyden Fällen völlig dem Loche, welches ein Pfriemen in einen hebbaren Körper macht, denn er fand, daß, als er eine auf weichem Holze liegende Karte, oder eine unter einer Oeffnung angenagelte Bleyplatte mit einer solchen Spitze durchstach, das Loch ebenfalls zwey erhabene Ränder hatte, und immer war der Rand an der vordern Seite, durch welche die Spitze hineinging, minder erhaben und zerrissen, als der Rand an der hintern Seite. Die vollkommene Aehnlichkeit zwischen dieser und der elektrischen Wirkung hat ihn bestimmt, die elektrische Durchbohrung ebenfalls einem einzigen Strome und zwar dem positiven zuzuschreiben. Mehrere eben so armirte und mit ihren Rändern auf einander geleimte Scheiben Schreibpapier, die ein Entladungsschlag zugleich durchbohrt, zeigen jeder auf dieselbe Weise zwey erhabene Ränder, doch an der negativen Seite einen weniger erhabenen Rand als an der positiven.

Herr Pictet glaubt, die große Geschwindigkeit des Entladungsstroms, die augenblickliche Retardation, welche er in der Materie der Karte erleide, und die Trägheit derselben Materie schienen hinreichend zu seyn, um die Erscheinung nach Herrn Gough's Art zu erklären; nämlich aus dem schnellen Hindurchgang eines einzigen elektrischen Stroms.

Herr Prof. Käſtner *) bemerket, daß man einem der Haupteinwürfe gegen Franklin's Hypothese; daß nämlich dem Mangel an Elektricität positives Wirken zugeschrieben werde (indem sich negativ elektrische Körper so gut abstoßen, wie positiv elektrisirte) auch dann nur gezwungen begegne, wenn man annehme, daß die — E haltigen Körper die zwischen ihnen befindliche Luft mit + E erfüllen machen (indem sie dieser Luft Elektricität zu entziehen streben), und daß die dadurch entstandenen elektrischen Ate

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1820. 8. §. 1248. Note 2. f.

Digitized by Google

mosphären die Abstoßung zu Stande brächten. Schon Wilke sage in seinen Anmerkungen zu Franklin's Briefen von der Elektricität, daß, wenns nur aufs Erklären der Abstoßung negativ-elektrischer Körper ankomme, man nur annehmen dürfe; es gebe überhaupt zweyerley Materien, die elektrische und die gemeine (raumerfüllende) der Körper, welche beyde einander anziehen, während die Theile jeder einzelnen sich gegenseitig abstoßen, so daß die eine das Bindende der Theile der andern und umgekehrt sey (und daß mithin auch die Schwere das Phänomen der Gegenwirkung der elektrischen und der gemeinen Materie wäre, und ohne die Elektricität die Erde so gut auseinander stieben würde, als die Elektricität ohne irdischen Stoff sich fliehe). In dem positiv elektrischen Körper bestimme die Elektricität, in dem negativen die gemeine Materie zur Abstoßung u. s. w., und so gut Franklin die Elektricität sich abstoßen lasse, könne man dergleichen Wirkung auch zwischen den Theilchen der gemeinen Materie annehmen, deren Anziehung zur Elektricität Franklin ja überdem annehme. Wilke selber lenke aber wieder ein, indem er in der Folge zugebe, daß ein in die positive elektrische Atmosphäre getauchter Körper negativ werde, weil die positive Atmosphäre die natürliche Menge der elektrischen Materie des eingetauchten Körpers zurücktreibe (ohne selber nachzudringen), und daß umgekehrt ein in die negative Atmosphäre eingetauchter Körper positiv werde, weil die Elektricität des eingetauchten Körpers aus ihm heraustrete, um in die negative Atmosphäre überzugehen, und mithin dieser Atmosphäre gegenüber angesammlet, d. h. positiv erscheine. Im ersten Falle werde mithin das Innere negativ, während die Elektricität aus dem Innern nach Außen zu ströme, und so wirke die Natur in beyden Fällen nach jenem Gesetze, welches man die Vertheilung der Elektricität nenne. Wilke führe zur Erläuterung folgenden Versuch an, den er hier aufzunehmen für nöthig erachte, bevor er in seiner Betrachtung weiter gehe:

Digitized by Google

Man setze einen Conduktor aus zwey von einander trennbaren Stücken: A und B zusammen, bringe beyde unter sich in Berührung, und halte eine zuvor durch Reiben positiv elektrisch gemachte Glasröhre über das Stück A, ziehe dann, sobald dieses geschehen, B zurück (jedoch ohne dabey B mit Ableitern zu berühren) so wird A negativ, B hingegen positiv seyn (und wenn man statt der geriebenen Glasröhre zuvor über A geriebenen Schwefel gehalten hatte, so wird A positiv, und dagegen B negativ erscheinen) d. h. es werden A und B durch Vertheilung entgegengesetzt elektrisirt worden seyn.

Obige Erklärung des vorstehenden Versuches, bemerket Herr Kästner, setze nun aber in der That was voraus, was nicht erfolgen könne: es soll nämlich 1. die Elektricität der Glasröhre aus A das E nach B treiben, ohne selber dadurch in die von Elektricität leer gewordenen Stellen von A nachzudringen; sey aber eine solche Vertreibung nur denkbar, indem die Glaselektricität in A nachdringt, so ist begreiflicher Weise zwar ein Vermehren des E in B, aber kein Vermindern desselben in A, sondern nur in der Atmosphäre des Glases möglich, und A und Glas müssen nach dem Auseinandernehmen von A und B gleich viel, und jedes derselben muß halb so viel Elektricität haben, als B zeigt. Im zweyten Fall kann man die Frage aufwerfen, ohne sie nach Franklin genügend zu beantworten, was denn die Elektricität in E bestimme, nach A überzugehen, da ja die Anziehung der gewichtigen Theile in B zur Elektricität eben so groß sey, als die der Theile in A, und da der negative Schwefel keine große Anziehung bieten könne, als in B von Seiten der gewichtigen Materie ununterbrochen wirksam zu seyn nicht aufhöre? Setzt man nun aber gar für den ersten Fall, daß die Glasröhre, während sie in A und B die Vertheilung veranlasse, ihre ganze Elektricitätsmenge unverkürzt behielte (z. B. wenn zwischen A und der Glasröhre ein sehr dünner aber vollkommener Isolator gebracht worden sey, während die Röhre anderweitig über-

Digitized by Google

all von vollkommenen Isolatoren umgeben wäre, so ist in Wahrheit auf dem Wege, wie Wilke angiebt, die Vertheilung unmöglich, und um sie bey Annahme nur eines E zu erklären, würde man genöthiget seyn, die ganze Franklin'sche Vorstellung über die Natur und den Unterschied beyder Elektricitäten abzuändern; vielleicht würde den Unitariern in solchem Falle folgender Vorschlag nicht verwerflich scheinen. Man nehme an, positives und negatives E seyn nicht dieses, d. h. ständen einander nicht entgegen wie positive und negative Größen, so wie ein und dasselbe Wesen in zweyerley verschiedenen Zuständen der Bewegung, welches unbewegt in —E existire, die Bewegungen seyn aber jene, welche beym Stoße (und Drucke) der elastischen Körper vorkommen, oder vielmehr solchen am meisten nahe kommen; —E sey unerschüttertes E, + E hingegen fortbewegtes E. Bey der Vertheilung würde hiernach das E in A (des obigen ersten Falles) sich verhalten, wie die mittleren zu einer Reihe gehörigen elastischen Kugeln, deren letzte Kugel z. B. abprallt, wenn die erste der Reihe eine bewegte Kugel mit einer gewissen Geschwindigkeit stößt. Das Uebergehen gewisser Körper (z. B. des erhitzten und hierauf abgekühlt werdenden Turmalins) von der positiven oder negativen Ladung, wäre hiernach einiger Maaßen vergleichbar dem Verwechseln der Geschwindigkeiten zwischen einer ruhenden und einer auf dieselbe stoßenden Kugel und dasselbe fände statt zwischen zwey sehr schwach bewegten (gegen einander druckenden) elastischen Elektricitätstheilchen — bey der Repulsion der gleichungmig geladenen (entweder nur positiven oder nur negativen) Körper. — Es ließe sich diese Hypothese mit wenig Scharfsinn zur Erklärung der meisten elektrischen Erscheinungen anwenden (wie sie denn namentlich die Elektricitätserregung durch Reiben sehr einfach erklärt), und sie würde außerdem ein Mittel darbieten, die Gesetze des elektrischen Wirkens an die der mechanischen Kräfte der Körper anzuknüpfen; indeß würden für sie (wie für die

Digitized by Google

ursprünglich Franklinische Ansicht) die chemischen Wirkungen der Elektricität (zum Theil auch das Entströmen des einen wie des andern E aus Spitzen, und das Bewegen des sogenannten elektrischen Flugrades durch — E) nothwendig zu sehr gekünstelten Annahmen führen, wenn man sie nicht dahin abänderte, daß man dem — E neben geringerer Geschwindigkeit weniger Menge des elektrischen Stoffes, dem + E dagegen neben größerer Geschwindigkeit auch mehr Stoff (wenn die Elektricität gewichtig wäre, würde man Masse sagen können) zuschriebe, und mithin beide E als eine und dieselbe bewegte Materie betrachtete, deren Bewegungsgröße (als Produkt der Masse in die Geschwindigkeit) aber verschieden seyn. Dann würden folgende Einwürfe leicht zu beseitigen seyn, die man der rein dualistischen Ansicht gemacht hat. Gesetzt es seyen + E und — E einander entgegengesetzte, verschiedenartige Wesen, so ist nicht wohl einzusehen, wie ein oder das andere freye E die neutrale Verbindung beyder E im oE zersetzen soll, da z. B. das freye + E, welches angeblich dem oE — E entzieht, um eben so viel + E daraus frey zu machen, als es selber betragen hat, doch dem von ihm angezogenen + E des oE nicht größere Anziehung zu bieten vermag, als dieses vor der Zersetzung von seinem eigenen + E bereits erlitt? Ferner, wie es komme, daß zwey hinsichtlich ihrer Ausdehnsamkeit und ihrer mechanischen Wirkungen einander so ähnliche Wesen, + E und — E, in chemischer Hinsicht doch so sehr von einander abweichende Eigenschaften zeigen? Und wie man es erklären wolle, daß zwey höchst expansible Wesen, wenn sie sich zu oE einen, dafür auf ein Maximum von Gegenziehung deutende Einung bewirken, ohne daß dabey nicht jedesmal die stärksten Expansionsäußerungen z. B. viele Wärme frey werden? daß übrigens die Phänomene der elektrischen Abstoßung als Folgen besonderer Anziehungen wohl naturgemäßer zu betrachten seyen, so sucht Herr Kästner dieß durch folgende Darstellung klar zu machen: Nehmen wir an, daß zwischen zwey einander gegen über befindlichen

Digitized by Google

mit + E beladenen eine gewisse Menge oE gegeben sey, so wird die Anziehung, welche jedes der Beladenen in dem — E dieses zwischen liegenden oE ausübet, nur halb so groß seyn können, als diejenige ist, welche es nach der abgewendeten Seite gegen dort ebenfalls befindliches oE zu üben vermag, es werden daher beyde Beladenen in ihrer Gegenrichtung halb so stark gezogen werden, als dieses in den Richtungen ihrer abgewendeten Seiten der Fall ist, und mithin diesen letztern, als den überwiegenden Ziehgewalten zueilen, d. i. sich von einander entfernen. Könnte man beweisen, daß sich nur zwischen den Beladenen oE haltige Substanz, hinter jedem derselben hingegen kein oE vorfände, so müßte hierwach alle Abstoßung aufhören, und sich in Anziehung der gleichnamig Geladenen verwandeln.

Uebrigens kann man auch noch die Artikel: Galvanismus, Leiter, elektrischer und galvanischer nachsehen.

(Zus. zu S. 370. Th. VI.). Von der Natur und Beschaffenheit der Elektricität hat sich Herr Biot *) folgende Vorstellung gemacht. Da nämlich verbrennliche Körper durch schnelles Comprimiren der Luft (m. s. Feuerzeug, pneumatisches) entzündet werden können, und besonders Herr Berthollet in seiner Statique chimique gezeiget hatte, daß die Elektricität, indem sie durch Körper hindurch gehet, in ihren kleinsten Theilchen, eine wahre Compression bewirkt; so wurde er auf die Idee geführt, daß in dem elektrischen Funken ein blos mechanisches Resultat der Compression wahrzunehmen sey. Denn vermöge der außerordentlichen Geschwindigkeit, womit die Elektricität durch die Körper gehe, deren Theilchen sie comprimire, sey es nicht anders möglich, als daß sie aus der Luft Licht entbinden müsse, indem es uns schon gelinge, dies durch eine weit minder schnelle Compression zu bewirken.

*) Annales de chimie. To. LIII. p. 253 ff.

Vergleichen wir nämlich das, was in der Compressionspumpe geschehe, mit dem, was in Volta's Eudiometer vorgehe, so sey die Aehnlichkeit vollständig: nur daß, wir im ersten Falle das Glas einzuschlossen gezwungen seyn, weil wir dem Kolben nur eine sehr beschränkte Geschwindigkeit zu geben vermöchten, indeß beym elektrischen Funken die Theilchen mit einer so außerordentlichen Geschwindigkeit comprimiret würden, daß sie nie schnell genug ausweichen könnten, um sich seiner Macht zu entziehen, weshalb selbst in freyer Luft die Compression, sammt der Lichtentbindung oder dem Funken, der eine Folge derselben sey, vor sich gehen könne. Aber diese Wirkung sey lokal; und wenn Gasarten, die nicht fähig seyn, sich zu vereinigen, nach jeder Explosion zu ihren anfänglichen Dimensionen zurückkämen, so nähmen sie bey dieser Dilatation sogleich wieder alle Wärme in sich auf, die sie hergegeben hätten, so daß dadurch in ihrer Beschaffenheit keine bleibende Veränderung vor sich gehen könne. Und hieraus erkläre es sich, warum man beym Elektrisiren recht reiner und nicht gemischter Gasarten, nie eine Veränderung in ihnen wahrgenommen habe.

Dieses Licht, welches die Elektricität aus den Gasarten durch Compression entwickele, müsse sie aus ihnen selbst noch im verdünnten Zustande, ja wegen der ungeheuren Geschwindigkeit, die ihr eigen sey, selbst aus den Dämpfen entbinden, wenn man sie luftverdünnten Recipienten oder in der Torricellischen Leere operiren; denn bekanntlich wären wir nicht im Stande mittelst der Luftpumpe eine völlige Leere hervorzubringen, und selbst die Torricellische Leere über dem Barometer enthalte wenigstens noch Quecksilberdämpfe. Diese Dämpfe seyn zwar sehr dilatirt, enthielten aber doch immer noch eine sehr große Menge Wärmestoff, welchen die Elektricität bey ihrem Durchgange vermittelst der Compression, die sie bewirke, entbinden müsse, indeß die instante Zunahme der Elasticität wegen der geringen Dichtigkeit des Mittels

Digitized by Google

nicht bemerkbar werden könne; wohl aber in dünnerer Luft, wie sich das in dem sogenannten Thermometer Kinnersley's zeige.

Diese Betrachtungen machten es sehr wahrscheinlich, daß die Erscheinung, welche man den elektrischen Funken nenne, von dem Lichte herrühre, das sich aus der Luft durch Compression beym Durchgange der Elektricität durch sie entbinde; so daß diese Erscheinung rein mechanisch sey, und nichts elektrisches in sich schließe.

Herr Nicholson *) bemerket, daß man bey der Annahme des Herrn Biot's, daß der elektrische Funken eine bloße mechanische Lichterscheinung sey, fragen könne, ob sich diese Voraussetzung damit vereinigen lasse, daß wir elektrische Funken im Oehle erscheinen sehen; und ob sie mit einigen atmosphärischen Phänomenen in Harmonie zu bringen sey, bey welchen leuchtende Kugeln sich mit einer geringen Geschwindigkeit fortbewegt hätten?

Bedenke man, daß ein Eisentheilchen, welches von der gewöhnlichen Art, Feuer anzuschlagen, abgerissen und in Brand gesetzet werde, wegen der Lebhaftigkeit, mit der es verbrenne, ein Körper von beträchtlicher Größe zu seyn scheine, obgleich wahrscheinlich das Metall kein Kügelchen von ein Tausendstel Zoll im Durchmesser bilden würde; bedenke man ferner, daß solche außerordentliche Erhöhung der Temperatur das Entzünden von Metalldrähten aller Art durch elektrische Funken, hinlänglich besonders bey den schönen und überraschenden Versuchen, welche Herr von Marum bekannt gemacht habe; erinnere man sich endlich, daß eine Metallkette, so oft ein elektrischer Schlag hindurchgehe, immer etwas am Gewichte verliere, und daß man nie Funken zwischen unverbrennlichen Körpern wahrnehme; so habe man bedeutende Gründe, seine Voraussetzung dahin zu modificiren, daß der elektrische Funken nie nicht aus Theilchen des Körpers, zwischen er her-

*) Nicholson journal nat. Vol. 2. p. 89.

verbreche, bestehe, wenigstens von solchen Theilchen begleitet werde.

Seyen nicht die atmosphärischen Feuerkugeln oder leuchtenden Meteore, die Sternschnuppen und Aerolithen, elektrische Funken von ungeheurer Größe?

Wenn irgend eine leuchtende Kugel mit kleiner Winkelgeschwindigkeit durch unsern Gesichtskreis gienge, so würde sie wie eine Linie oder ein Streifen von Licht erscheinen, und wenn sie in Stücken zerspränge, so würden wir viele divergirende Linien sehen. Sollten nicht die elektrischen Büschel-Erscheinungen dieser Art nach einem kleinen Maaßstabe seyn?

Für das Jahr 1809 hatte die Königl. Societät zu Göttingen *) die Preisfrage aufgegeben: Was haben Sauerstoffgas, Stickgas und andere Gasarten (oder deren Grundstoffe) für einen Einfluß auf die Erregung der Elektricität durch Reibung, und wie verhalten sich andere elektrische Erscheinungen z. B. Anziehen und Abstoßen, Funken, Strahlenbüschel in den vorzüglichsten Gasarten?

Es war nur eine einzige Beantwortung dieser Frage in französischer Sprache eingesandt worden, welche nach dem Urtheile der Mitglieder der Societät zwar eine Reihe neuer und interessanter Versuche enthielt, die aber doch nicht genügend waren, um dasjenige mit Gewißheit daraus zu folgern, was den Verfasser daraus gezogen hatte. Es glaubte nämlich dieser berechtiget zu seyn, aus seinen zum Theil sehr mühsamen Versuchen die Folge zu ziehen, daß weder in einem vollkommnen luftleeren Raume, noch in Gasarten, welche gar keinen Sauerstoff enthalten, sich Elektricität durch Reibung erregen lasse, und setzt die Bedingung des Sauerstoffgas bey der Erregung der Elektricität darin, daß dies Gas durch den Proceß der Reibung, (ohne Zweifel auch wohl durch eine chemische Mitwirkung der sich an einander reibenden Substanzen) zerlegt werde, der ponderable Theil desselben, der Sauer-

*) Göttingische gelehrte Anzeigen. Monat. 1808.

stoff, sich mit den reducirenden Substanzen vereinige, und der imponderable, Licht- und Wärmestoff, die elektrischen Erscheinungen hervorbringe. Diese Meinung scheint nach den Versuchen, welche der Herr Verfasser angestellet hat, aus folgenden Gründen einige Wahrscheinlichkeit zu haben: 1. durch die Reibung des Glases mit dem Amalgama wird wirklich Sauerstoff aus der umgebenden Luft absorbirt und das Amalgama oxydirt, und wenn diese Absorption geschehen ist, hört die Erregung der Elektricität auf, oder wird doch merklich schwächer. 2. Im luftleeren Raume und in Gasarten, welche nur mit einem kleinen Theile Sauerstoffgas gemischt sind, lassen sich überhaupt nur schwache und kurz dauernde Wirkungen der Elektricität verspüren. 3. Diese Wirkungen erscheinen von neuem, sobald man in den leeren Raum oder zu den Gasarten wieder etwas Sauerstoffgas hinzutreten läßt. Endlich nimmt die Erregung der Elektricität durch Reibung ab, wenn das Amalgama gänzlich mit Oxyd überzogen ist, und durch diese Sättigung mit Sauerstoff gleichsam unfähig wird, noch ferner Sauerstoffgas zu zersetzen, und durch Entwickelung von Licht und Wärme elektrisches Fluidum bilden.

Gegen diese vom Verfasser aus seinen Versuchen gezogene Folgerungen ist aber mehreres erinnert worden. Vielleicht könnte 1. die Zersetzung und Absorption des Sauerstoffgas nur eine Folge oder Wirkung der durch die Reibung erregten Elektricität seyn; 2. würde man auch in andern Fällen, wenn Sauerstoffgas zersetzt wird, elektrische Wirkungen wahrnehmen müssen, und zwar in einem sehr merklichen Grade, wenn diese Zersetzung schnell erfolge; darüber sind aber wenigstens keine Versuche bekannt. 3. könnten die elektrischen Erscheinungen, nach der Absorption des Sauerstoffs aus der atmosphärischen Luft, vielleicht nur deswegen schwächer werden oder gar verschwinden, weil Luftgattungen, welche ganz rein von Sauerstoffgas sind, nach Art des leeren Raums zu vollkommenen Leitern der Elektricität würden,

Digitized by Google

und daher jede durch die Reibung erregte Elektricität auch sogleich wieder vernichteten; denn soll ein Körper elektrischer Erscheinungen fähig seyn, so muß ihn ein nicht leitendes Medium umgeben. Vielleicht hat die atmosphärische Luft ihre nicht leitende Eigenschaft blos der Mischung mit Sauerstoffgas zu verdanken, und ist also nur in dieser Rücksicht der Hervorbringung elektrischer Erscheinung günstig. Es wäre 4. möglich, daß, nachdem das Amalgama oxydirt worden, die Erregung der Elektricität durch Reibung nur deswegen schwächer wird, weil ein oxydirtes Amalgama für das Glas nicht mehr als Reibzeug tauge, um das elektrische Fluidum an und für sich in Thätigkeit zu versetzen, und sich dann wie viele andere Substanzen verhielte, die sich indifferent gegen das elektrische Fluidum beweisen.

Man kann 5. fragen, ob denn auch harzige Substanzen, oder seidene und wollene Zeuge, wenn man sie mit Pelzwerk reibt, Sauerstoff aus dem umgebenden Medium absorbiren? Da man aus diesen Substanzen bekanntlich sehr wirksame Elektrisirmaschinen verfertiget hat, so müßten auch hier die reibenden Körper irgend eine chemische Veränderung auf ihrer Oberfläche durch die Absorbtion des Sauerstoffs zeigen, wenn die Theorie des Verfassers gegründet seyn sollte. Allein man kann solche Maschinen viele Jahre gebrauchen, ohne daß man in den reibenden Substanzen eine Veränderung bemerkte, und ohne daß sie in ihrer Wirkung vermindert würden, wenn man sie nur immer recht trocken erhält, und dafür sorgt, daß die Reibzeuge nicht durch Insekten zerstöret werden. Es scheint also noch eines besondern Beweises zu bedürfen, daß auch bey andern reibenden Substanzen, als Glas und Amalgama, eine Oxydation statt finde, und die Elektricität auf Kosten des Sauerstoffs der umgebenden Luft erzeuget werde. So lange dieser Umstand nicht erörtert ist, kann selbst die Oxydation des Amalgama auch nur als ein begleitendes Phänomen der durch das Reiben erzeugten Elektricität angesehen werden. Die

Digitized by Google

aber diese Elektricität ihren Ursprung der Zersetzung des Sauerstoffgas selbst zu verdanken habe, kann aus den Versuchen mit dem Amalgama allein nicht mit Gewißheit entschieden werden. Der Verfasser gesteht zwar selbst ein, daß sich aus den Versuchen mit dem Amalgama noch nicht auf andere Körper schließen lasse, scheint aber doch der Meinung zu seyn, daß, wenn auch andere an einander sich reibende Substanzen den Sauerstoff nicht absorbiren sollten, doch die elektrischen Phänomene dem Licht- und Wärmestoffe zugeschrieben werden können, der sich durch den Prozeß der Reibung (vielleicht auch nur durch den mechanischen Druck der sich an einander reibenden Körper) entwickele, etwa wie der Wärmestoff bey Mollet's bekanntem Versuche über die durch Zusammenpressung der Luft erzeugte Hitze.

Ueber die wahre Funktion des Sauerstoffs bey den elektrischen Erscheinungen würden sich auf jeden Fall nähere Aufschlüsse ergeben haben, wenn 6. der Verfasser bey den von ihm angestellten Versuchen auch die chemische Beschaffenheit der zu den Versuchen angewandten Gasarten vor und nach den Versuchen allemal gehörig beachtet hätte, welches bey einem so wichtigen Gegenstande um so nöthiger war, als nach der Meinung mehrerer Physiker der Sauerstoff vielleicht gar ein Bestandtheil des elektrischen Fluidums selbst seyn könnte. Auch hätten 7. die Mischungsveränderungen der als Reibzeuge angewandten Substanzen genauer untersuchet werden müssen, um mit Gewißheit urtheilen zu können, ob bey ihnen eine Oxydation statt gefunden habe.

Es ist also das eigentliche Wesen des so mächtigen Agens, der Elektricität, bis jetzt noch unerforscht. Die so äußerst wichtige und merkwürdige Entdeckung der Identität des Magnetismus mit der Elektricität, welche schon so lange ist geahndet worden, wird im wesentlichsten unter dem Artikel: Magnet, dargestellt werden.

Elektricität, medicinische (Zus. z. S. 957. Th. I.). Daß in der neuern Zeit die Elektricität bey Heilungen

Digitized by Google

manchyr Krankheiten fast gar nicht mehr gebrauchet wird, mag wohl vorzüglich darin liegen, daß ihre Anwendung zum Theil langwierig ist, zum Theil aber auch unsichere und ungewisse Wirkungen hervorgebracht hat. Herr D. Lichtenstädt zu Breslau glaubt das sichere Urtheil zu fällen, daß die gewöhnliche Elektricität, noch mehr aber die galvanische in die Lebensfähigkeit des menschlichen Körpers, als ihr fremdartig, und daher sie eher hindernd, als befördernd eingreife. Indessen kann es aber doch meiner eigenen Erfahrung zu Folge einige Fälle geben, wo sie mit gehöriger Vorsicht angewendet außerordentliche und sehr wirksame Folgen hat. — Von einem geschickten Arzte wurde ich vor einigen Jahren veranlaßt, an einer Frau etwa 43 Jahre alt, welche gar nicht mehr sehen konnte, indem der schwarze Staar sich zu zeigen anfieng, die Elektricität mit einer starken Maschine anzuwenden. Anfänglich zog ich blos mit einer hölzernen Spitze die Elektricität aus den Augen heraus, nachher ließ ich sie auch überströmen; binnen 14 Tagen konnte sie mit dem einen Auge noch etwas dunkel, aber nach 4 Wochen alles wieder völlig deutlich sehen; auf dem andern Auge erhielt sie den grauen Staar. Eine andre sehr merkwürdige Kur mit Hülfe der Elektricität wird vom Herrn Thiery *) erzählet. Es wurde nämlich ein gewisser Capitain in französischen Diensten von einer nahe an seinem Kopfe vorbey gehenden Kanonenkugel zu Boden gestürzet. Durch den heftigen Stoß derselben war seine Zunge im Munde wie zusammengedrehet und so klein geworden, daß man sie kaum wahrnehmen konnte. Alle ärztliche Hülfe gelang nicht; die Anwendung der Elektricität aber heilte dieses Uebel binnen 8 Tagen. Aus diesen und ähnlichen im Artikel angeführten Fällen scheint also doch die Elektricität in manchen Krankheiten hülfreiche Dienste zu leisten. Nothwendig werden aber hiebey besonders von der Hand

*) Gilbert's Annalen d. Physik B. XLVII. S. 108. ff.

Digitized by Google

geschickter Aerzte mehrere Erfahrungen gemacht werden müssen, wenn in diesen oder jenen Krankheiten die Elektricität wirksam seyn soll.

Elektricität, thierische (Zus. z. S. 329. Th. VI.). Da es nunmehr außer allem Zweifel ist, daß die vormalige thierische oder galvanische Elektricität, so wie Volta gleich anfänglich durch mehrere Versuche erwies, die gewöhnliche Elektricität ist, welche blos durch die Berührung verschiedener Leiter, besonders metallischer, in Bewegung gesetzet wird; so werde ich alles, was etwa hier noch angeführet werden könnte, unter dem Artikel, Galvanismus, zugleich mit anführen.

Elektrisirmaschine (Zus. z. S. 43. Th. II.). Die Physiker waren unter sich noch nicht einig, ob man den Cylindermaschinen oder den Scheibenmaschinen in Ansehung ihrer erregenden elektrischen Kraft den Vorzug geben solle. Nachdem erst beyde Arten von Maschinen einen ziemlichen Grad der Vollkommenheit erhalten hatten, und mehrere Versuche über die Elektricitäts-Erregung in selbigen angestellet waren, ergaben sich Mittel, Vergleichungen über die elektrische Kraft dieser Maschinen mit mehrerer Zuverlässigkeit anzustellen. Hiebey muß man aber doch auf die geringsten Umstände, welche eintreten können, Rücksicht nehmen. Die Feuchtigkeit der Luft, die verschiedenen Wärmegrade, der verschiedene Luftdruck und sehr geringe Verschiedenheiten in der Einrichtung des Apparats können in den Wirkungen sehr große Veränderungen hervorbringen.

Die Herren Cuthbertson und Singer *) übernahmen es, über diesen wichtigen Gegenstand so viel möglich genaue und zuverlässige Versuche anzustellen. Sie gaben sich vorzüglich Mühe, alle Umstände so ähnlich als möglich zu machen, um sichere Resultate zu erhalten. Zu diesen Versuchen gebrauchten sie einen Cylinder von 14 englischen Zollen Durchmesser mit Rolle, Rad und Schnur,

*) *Nicholson's* Journal of natur. philos. 1811.

Digitized by Google

welche die Geschwindigkeit, mit der die Handhabe der Kurbel gedrehet wurde, vervierfachte, und eine Scheibe von 24 englischen Zollen Durchmesser, welche mit einer Kurbel, wie gewöhnlich gedrehet wurde. Beyde Maschinen waren von ein und demselben Künstler gebauet, welcher sie auch bey den Versuchen einrichtete, und drehete; es wirkten daher beyde Maschinen möglichst vortheilhaft und übereinstimmend. Von mehreren Resultaten wiederholter Versuche wurden blos die mittleren aufgeschrieben. Nach mehreren Veränderungen in der Größe und Lage der Endkugeln und in der Ladung gelang es endlich, so ziemlich gleichförmige Resultate zu erhalten. Das mittlere Resultat aus hundert vergleichenden Versuchen war, daß diese beyden Apparate eine ganz gleiche Kraft im Hervorbringen elektrischer Ladung besaßen, worüber die folgenden Versuche gar keinen Zweifel lassen. Zur Schätzung der elektrischen Kraft wurde eine und dieselbe belegte Glasfläche geladen, und diese Ladung durch Cuthbertson's Elektrometer und durch die Längen von Draht von gegebener Dicke, welcher beym Entladen geschmolzen wird, gemessen.

Eine Batterie von 15 Flaschen, welche ungefähr 17 Quadratfuß Belegung hatte, wurde mit dem Cuthbertson'schen Elektrometer in Verbindung gesetzt, dieses mit 15 Grains beladen, und der Entladungsschlag durch 4 Fuß Eisendraht von $\frac{1}{100}$ Zoll Dicke hindurch geleitet. Als das Rad der Cylindermaschine 130 Umdrehungen gemacht hatte, erfolgte die Entladung; der Draht glühete und schmolz zu Kügelchen. Die Scheibenmaschine brachte ganz dieselbe Wirkung bey der 138sten Umdrehung hervor. Als beyde Maschinen zugleich gedrehet wurden, erfolgte diese Wirkung bey der 65sten Umdrehung.

Schwerlich läßt sich die Gleichheit der Kraft der beyden Maschinen auf eine zuverlässigere Art darthun, als die aus dem Umstande hervorgehe, daß beyde Maschinen zugleich genau mit der Hälfte der Umdrehungen dasselbe,

Digitized by Google

als jede einzeln bey der vortheilhaftesten Wirkung leisteten. Daß aber die Länge von 48 Zoll geschmolzenen Eisendrahts ein hinlänglich genaues Maaß der Kraft der Ladung war, zeigte sich, als der Versuch mit 49 Zollen desselben Eisendrahtes wiederholet wurde. Diese Länge kam blos zum Glühen, ohne daß eine Schmelzung erfolgte.

Da beyde Maschinen in gleicher Zeit gleiche Wirkungen hervorbrachten, so kam es nun darauf an, zu untersuchen, ob sie sich auch mit gleicher Kraft in Bewegung setzen ließen. Zu dem Ende wurden die Kurbeln so gedrehet, daß ihr Arm horizontal war, und an sie Gewichte gehängt, bis sie in Bewegung kamen. Dazu reichten bey der Scheibenmaschine 8 Pfund Troygewicht hin, bey der Cylindermaschine wurden aber 14 Pfund erfordert.

Folgende Versuche sind von Herrn Singer und Cuthbertson mit denselben Maschinen nur einzeln angestellet worden. Die Cylindermaschine ließ sich ganz isoliren; hatte aber keine isolirende Kurbel, sondern statt dessen eine seidene Schnur ohne Ende, welche um eine Rolle und um ein Rad lief, das die Bewegung schneller machte. Eine Einrichtung, welche Herr Singer getroffen hatte, um die Wirkung der von Nicholson beobachteten, den Cylindern eigenen Undulation zu vermeiden, welche durch die Unregelmäßigkeit ihrer Oberfläche, und der dadurch bewirkten Ungleichheit im Drucke des Reibzeugs entsteht. Um dieser noch mehr abzuhelfen, ist das Reibzeug so eingerichtet, daß der Rücken desselben wie eine horizontale Feder wirkt, welche einen gleichen und fast einförmigen Druck erhält, ohne die Unannehmlichkeit zu haben, die Isolirung der negativen Elektricität zu verkürzen. Als Herr Singer den Cylinder bey unveränderter Reibung durch eine bloße Kurbel drehen ließ, bedurfte es der vierfachen Menge Umdrehungen wie zuvor, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, es reichten nun aber auch $2\frac{1}{2}$ Pfund Kraft an der Kurbel hin, ihn in Bewegung zu setzen.

Digitized by Google

Ehe noch eine andere Reihe von Versuchen angestellet wurden, brachte Herr Singer neue Taffetflügel statt der alten an, wodurch die Kraft des Cylinders um ein beträchtliches vermehret wurde, indem nun eine Flasche, welche zuvor bey jedem Umlaufe des Rades 4 mal losgeschlagen hatte, sich 6 mal entlud.

Man stellte dem Hauptconduktor der Scheibenmaschine eine mit der Erde leitend verbundene Kugel von 2 Zoll Durchmesser gegenüber, und entfernte sich allmählig weiter, so lange noch Funken überschlugen. Die größte Weite, in der dieß geschah, war von $6\frac{1}{2}$ Zoll.

Ganz dieselbe Vorrichtung wurde mit der Cylindermaschine getroffen, und sie gab Funken von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge. Mit größern Kugeln ließen sich größere Funken erhalten von 12 Zoll und mehr; man mußte aber sehr langsam drehen; und dann entstanden Undulationen.

Wurden Versuche mit einer Flasche angestellt, die mit einem Lane'schen Elektrometer versehen war, so zeigten sich Anomalien, welche sich nur aus der Unvollkommenheit dieses Elektrometers erklären lassen. Dagegen gab das Cuthbertson'sche, nach Art einer Schnellwage eingerichtete Elektrometer Resultate von einer merkwürdigen Regularität. Die Flasche, mit welcher diese leztern Versuche angestellet wurden, hatte 168 Quadratzoll Belegung.

Als der Läufer des Elektrometers
stand auf 15; 20; 25; 30 u. 35 Grains
erfolgte die Entladung bey folgender Zahl von Umdrehungen
der Kurbel der Scheibenmaschine 4; 5; 6; 7; 8;
des Rades der Cylindermaschine 3; $3\frac{1}{2}$; 4; $4\frac{1}{2}$; 5.

Diese Versuche wurden nun mit der Batterie von 15 Flaschen, die 17 Quadratfuß Belegung hatte, wiederholt, und man erhielt folgende Resultate: Es erfolgte die Entladung bey einer Belastung des
Elektrometers mit 10; 15 Grains
nach Umdrehungen der Scheibenmasch. 75; 102
nach Umdreh. des Rad. der Cylindermasch. 63; 70

Digitized by Google

Es wurden Rolle und Rad an der Scheibenmaschine zur Beschleunigung der Bewegung angebracht, und es erfolgte die Entladung der Batterie bey derselben Belastung des Elektrometers mit 15 Grains

mit einer bloßen Handhabe nach 75 Umdrehungen
mit Rolle und Rad, welche die
Geschwindigkeit verzweyfachten, nach 42 ——
verdreyfachten — 28 ——
vervierfachten — 19 ——

Aus diesen Versuchen erhellet, wie wichtig und nützlich die ältere Einrichtung an den Maschinen war, die Umdrehung der Scheibe durchs Hinzufügen eines Schnurrades zu beschleunigen. Da man nun keine Ursache hat, anzunehmen, daß man in diesen Versuchen die Grenze der Kraft, die sich der Elektrisirmaschine geben läßt, erreicht habe, so ist es nicht nur unwahrscheinlich, daß man mit einer bewegenden Kraft, welche die Geschwindigkeit ins Unbestimmte vermehrte, die Menge von Elektricität, welche einer dieser Apparate in einer bestimmten Zeit hergeben kann, zu verzehnfachen vermöchte; eine für den Zustand der Naturlehre wichtige Entdeckung.

Als praktische Resultate der Untersuchung werden folgende aufgestellt: Die Verschiedenheit, welche anfänglich in der zur Bewegung der beyden Apparate nöthigen Kraft war vorgefunden worden, verschwand größtentheils, als die Hebel, an welche die Kraft wirkte, gleich gemacht wurden; die Scheibe bedurfte alsdann 8, der Cylinder 10 Pfund Kraft. Die mehrere Kraft, welche die Cylindermaschine erforderte, wurde durch ihre größere elektrische Wirksamkeit ersetzt.

Die Cylindermaschine hat folgende Vorzüge: 1. sie giebt die positive und negative Wirkung in vollkommen gleicher Stärke; 2. sie bedarf nur eines Reibzeuges; 3. sie ist zu Folge ihrer Gestalt minder zerbrechlich, als die Scheibenmaschine; kann 4. vollkommen isolirt werden, und läßt 5. vermöge ihrer eigenthümlichen Structur den

Digitized by Google

Gebrauch größerer Schnurräder zu, um die Geschwindigkeit zu vermehren und dadurch die Reibung sehr zu vermindern.

Dagegen sind die Scheibenmaschinen 1. minder kostbar als die Cylindermaschinen von gleicher Stärke; nehmen 2. weniger Raum ein, und lassen sich 3. in viel größern Dimensionen verfertigen, wie davon die Teyler'sche Maschine zu Harlem mit zwey Scheiben von 5 Fuß Durchmesser den vorzüglichsten Beweis abgibt; 4. ist es leichter, mehrere Scheiben, als mehrere Cylinder in Einen Apparat zu vereinigen; 5. läßt sich bey ihnen die Geschwindigkeit viel besser, als bey den Cylindern vervielfachen, ohne daß die Bewegung zu schnell wird. Endlich lassen sich 6. mit Scheiben von gleichem Durchmesser und aus einerley Glasart gleiche und ähnliche Wirkungen erhalten, welches bey Cylindermaschinen sehr schwer ist.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIX. S. 245. ff.

Elektrognomon, Elektricitätsprüfer (Electrognomon) (N. A.) ist eine elektrische Vorrichtung, die Natur einer kleinen Quantität von Elektricität, ob sie nämlich + E oder — E ist, damit zu bestimmen. Es ist oft schwierig, kleine Elektricitätsquanta, von deren Daseyn man sich häufig erst durch den Condensator überzeugen muß, ihrer Art nach zu unterscheiden. Die gewöhnliche Prüfung mit einer oder zwey Korkkügelchen, deren E bekannt ist, ist zu unzuverlässig; kleine Elektricitätsmengen wirken oft gar nicht auf eine solche Kugel, und ein unverhältnißmäßig größerer Grad zieht einen geringern der gleichen E oft eben so gut an, als die entgegengesetzte E, und so auch umgekehrt. Es ist daher eine solche Vorrichtung, wodurch man die Art einer noch so geringen Menge von Elektricität ganz unzweydeutig bestimmen kann, dem Physiker wichtig. Herr D. Kleefeld *) hat eine solche angegeben, von welcher er

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIV. S. 203. ff.

Digitized by Google

versichert, daß sie ihm jedesmal sichere Resultate gegeben habe. Sie ist auf folgende Art eingerichtet.

Der Grundriß (Fig. 42.) zeigt das Instrument offen, ehe man die Untersuchung damit anstellt. Das viereckige, $\frac{1}{2}$ Paris. Zoll dicke Brett A A hat 8 Zoll Seite, und ist, damit es sich nicht werfen kann, aus zwey Mahagonybrettchen kreuzweise zusammengeleimet. In der Reine a c läuft der Schieber a, der $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und $\frac{2}{3}$ Zoll breit ist. Hier ist er nach dem Punkte Z geschoben, und der Raum d also leer. Diesen Raum nimmt der Schieber beym Gebrauche ein (Fig. 43.), wenn man ihn mittelst des Knopfes b bis an das Leistchen e zieht, welches darum vorgeleimt ist, damit der Schieber nicht zu weit herausgezogen, und die messingenen Eicheln nicht zu nahe an einander gebracht werden. Am Ende des Schiebers (das in Fig. 42. punktirt angedeutet ist, weil es wegen der beyden gabelförmigen Schenkel, die darüber laufen, nicht zu sehen ist) ist ein Messingstift, c, eingeschoben, von 1 Zoll Länge, auf welchen die Gabeln f, f aufgesteckt werden. Ueber beyde schraubt man die Schraubenmutter t (Fig. 43.) so los auf, daß die Bewegung nicht schwer wird. Der Winkel an der — E Seite liegt platt auf dem Brete auf, der andre von der + E Seite liegt auf jenem und hat bey f ein Klötzchen von $\frac{1}{2}$ Zoll unter sich, um über den andern, der auch so dick ist, fortgehen zu können. In f, f, den Scheitelpunkten der Winkel, sind beyde durchbohrt, und auf 1 Zoll lange Thermometerröhrchen, die ins Brett geleimet sind, gesteckt, um auf dieser Oberfläche eine recht leichte Bewegung zu gestatten. In g, g stecken 5 Zoll lange Thermometerröhrchen, mit ihren messingenen Eicheln p. Jede Eichel ist $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $\frac{1}{2}$ Zoll dick. In beyden sind die Röhren $\frac{1}{2}$ Zoll tief eingekittet. Auf der + Seite geht die Röhre so viel durchs Holz durch, als das Klötzchen bey f hoch ist; auf der — Seite ragt sie höchstens $\frac{1}{4}$ Linie hervor, um die Friktion so viel möglich zu vermindern; zu welchem Ende auch beyde zugeschmolzen

Digitized by Google

sind. Endlich ist h das Schraubenloch für den Träger h n (Fig. 44.) des Volta'schen Elektrometers, r, und Condensators SS; und (Fig. 43.) i das Loch für gebogene Glasstange mit dem Knopfe, i k l. Ueber dem Punkte z hängt der Strohhalm m, dem sich beyde Eicheln p beym Gebrauche nähern.

Der Aufriß (Fig. 43.) stellt das Instrument von der Seite und geschlossen vor. Hat man nämlich die zu untersuchende E der Kugel l, und also auch dem Strohhalm mitgetheilt, (ist das Quantum zu klein, so bedient man sich dabey des Condensators), so faßt man den Kopf b des offenen Instrumentes (nachdem die Eicheln p geladen sind, wovon nachher), und zieht ihn bis an das Leistchen e. Der Schieber a (Fig. 42.) nimmt dann also den Raum L ein, und indem der Stift c beyde Gabeln nach dem Knopfe b bewegt, nähern sich beyde Eicheln p (Fig. 43.) dem Strohhalm m, und kommen über dem Punkte z sehr nahe zusammen. Während dieser Bewegung geht der gabelförmige Schenkel von der + E Seite über den von der — E Seite weg, ohne daß sie sich hindern.

Ist das zu untersuchende Elektricitätsquantum hinlänglich, um der Kugel l merklich genug mitgetheilet werden zu können, so bedienet man sich der Glasröhre i k l. Sie ist 3 Linien dick, hat unten eine hölzerne Schraube i, auf deren Zapfen sie geleimt ist, und durch welche sie in das Loch des Brettes eingeschroben wird. Ihre ganze Höhe beträgt 8 Zoll. Bey k ist sie in einen rechten Winkel gebogen, und in ihre vordere Oeffnung ist die Kugel l mit einem Zapfen eingelackt. Diese Kugel hat ¼ Zoll im Durchmesser, und es hängt an ihr, wie in einem Volta'schen Strohhalm-Elektrometer, ein Strohhalm m, an einem sehr feinen Silberdrahte in einem Häkchen.

Muß man die zu prüfende Elektricität zuvor condensiren, und fürchtet einen Verlust, indem man die E vom Condensator zur Kugel überträgt, so schraube man die

Digitized by Google

Glasröhre i l heraus, und schraube dafür bey h den hölzernen Stock h n ein (Fig. 44.). Dieser trägt ein viereckiges Messingblech q q mit aufgebogenen Rändern, und unten eine Tülle n, in welche der Stock fest geleimt ist. In die Platte setzt man das Volta'sche Strohhalm-Elektrometer r mit der Condensatorplatte s s. An der untern Platte hängt ebenfalls ein Strohhalm m, wie an der Kugel l. Hat man auf die gewöhnliche Art die unmerkliche E condensirt, und zeigt das Elektrometer ihren Grad an, so nähert man, um ihre Art zu untersuchen, beyde Eicheln durch Anziehen des Knopfes b.

Diesen beyden Eicheln p, p muß man vorher suchen eine gleich große Menge, der einen von + E, der andern von — E zu geben, und das läßt sich am besten auf folgende Art bewerkstelligen. Man nimmt eine kleine Flasche, wenn auch nur von 12 Quadratzollen Beleg, die einen isolirenden Griff von Glas am äußern Belege hat, und ladet sie inwendig mit + E. Nun faßt man sie bey diesem Griffe an, und bringt sie an die beyden Eicheln p, p des offenen Instrumentes, so daß der innere Knopf die Eichel rechter Hand, und das äußere Beleg die Eichel zur linken Hand berührt, und beyde Funken erhalten. Beyden Eicheln werden auf diese Art gleich starke Grade von E, nur der einen + der andern — E mitgetheilt.

Da nun beyde durch den Mechanismus des Instruments in gleicher Zeit durch gleiche Räume dem Strohhalme genähert werden, so muß schon in einiger Entfernung die eine Eichel, z. B. die mit + E geladen ist, den Strohhalm, wenn die zu untersuchende E auch + E wäre, eben so stark abstoßen, als die andere — E Eichel ihn anzieht. Die Bewegung des Strohhalmes wird also eigentlich doppelt so groß, aber auch um so viel auffallender, und der Erfolg um so viel zuverlässiger.

Eine andere Vorrichtung dieser Art hat Herr D. Jos. Weber *) angegeben, welche er mit dem Namen Elek-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LV. S. 355.

Digitized by Google

tricitätsweiser (Elektrophantes) beleget. Es bestehe nämlich diese bloß in einem an einem Seidenfaden aufgehängten Korkkügelchen, welchem mit einem an Thierhaaren geriebenen Metallblättchen die — E ist mitgetheilet worden. Wird nämlich der Kork von einem angenäherten Körper abgestoßen, so ist er mit dem Kork gleichnamig, folglich — E, wird er aber von dem Kork angezogen, so ist seine Elektricität der des Korks entgegengesetzt, mithin + E. — Daß nach dieser längst bekannten Weise die Art der Elektricität zu prüfen nicht zuverlässig ist, war eben der Grund, warum Herr D. Kleefeld eine genauere Vorrichtung sich ausdachte.

Noch eine andere hieher gehörige Einrichtung hat Herr Behrens *), der erste, welcher eine trockene Volta'sche Säule zu Stande brachte, unter dem Namen eines Elektrometers angegeben. Seine Versuche über die Säule mit Goldpapier hatten ihn überzeuget, daß dieser Apparat ein wahres elektrisches perpetuum mobile sey. Dadurch wurde er auf folgende Schlüsse geleitet: Wenn in der Mitte zwischen den entgegengesetzten Polen zweyer solcher gleich starker und nicht isolirter Säulen ein isolirtes Goldblättchen aufgehängt wäre, so würde dieses, vermöge der gleichen Kräfte beyder Säulen, von seiner senkrechten Richtung nicht abweichen. Würde nun aber dem Goldblättchen ein elektrischer Körper genähert, so müßte es vom + Pole der einen oder vom — Pole der andern Säule angezogen werden, je nachdem der genäherte Körper — E oder + E hätte. Nach dieser Idee verfertigte er folgendes Instrument, welches durch Versuche seine Schlüsse vollkommen bestätigte:

Fig. 45. stellt einen senkrechten Durchschnitt des Instrumentes vor, auf $\frac{1}{4}$ des Längenmaaßes reducirt. Der vom Holz gedrehete Fuß a b c d e hat zwischen d e eine Höhlung, in welche das Glas g f h gesetzet und befestiget ist. Die obere Fassung g k f dieses Glases ist in der Mitte

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XIII. S. 24. ff.

Digitized by Google

ausgedrehet, und in die Oeffnung die lackirte Glasröhre k i gekittet. Die Fassung i l dieses letzten ist im Mittelpunkte durchbohrt, und durch dieselbe geht gedrängt, aber verschiebbar, der Draht o f, der vermittelst der Zange S ein Goldblättchen r f trägt. Das Glas ist an zwey entgegengesetzten Seiten durchbohrt, und in den Oeffnungen sind die kleinen Röhren m und n befestiget. Diese sind von innen und von außen mit Siegellack überzogen, und durch dieselben gehen zwey, im Glase nach oben außer demselben aber nach unten gebogene, ½ Linie breite Bleche m d und n e, welche beyde in den Röhren verschiebbar sind. Senkrecht unter jedem Oehr d und e der eben erwähnten Bleche sind in den Vorsprung a des Fußes, an jeder Seite, drey dünne, mit Siegellack überzogene Glasröhren eingesetzt, wovon nur die zunächst am Fuße stehenden x und y gezeichnet sind. Zwischen diesen Röhren sind zwey elektrische Säulen, aus Messingblech, Stanniol und Goldpapier aufgeschichtet. Jede Säule bestehet aus einigen 40 Schichtungen, und jede ist in der entgegengesetzten Ordnung der andern gebauet, so daß x den — Pol y aber den + Pol oben hat. Beyde unterste Platten der Säulen sind durch einen Draht unter sich, und zugleich durch eine Stanniolscheibe, womit die unterste Fläche des Fußes belegt ist, mit der Erde verbunden. Die Deckplatten der Säulen, (Dreyecke von Blech, durch welche die Röhren gedrängt gehen) stehn durch spiralförmig gewundene Drähte x d und y e mit den Blechen m d und n e in Verbindung, und letztere werden durch die Federkraft der Spiralkräfte in der gehörigen Lage erhalten.

Sind die Bleche so gestellt, daß das Goldblättchen in der Mitte zwischen beyden hängt und nähert man der Deckplatte o des Instruments eine geriebene elektrische Glasröhre, so weicht das Goldblättchen sogleich nach m ab, und kommt leicht zum Anschlagen; dagegen divergirt es nach n, wenn eine geriebene elektrische Siegellackstange nahe gebracht wird.

Digitized by Google

Regeln für den Gebrauch sind: 1. der elektrische Körper muß nur langsam genähert werden. 2. Hat das Goldblättchen angeschlagen, so muß der Draht o vor der Wiederholung eines zweyten Versuchs ableitend berühret seyn.

Dies Behrens'sche Elektrometer ist von dem Universitäts-Mechanikus Herrn Buzengeiger in Tübingen mit einigen Abänderungen ausgeführet worden, wodurch es weit einfacher und weniger wandelbar wird. Von diesem sehr empfindlichen Instrumente hat der Herr Prof. v. Bohnenberger *) folgende Beschreibung gegeben:

Das Elektrometer ist in einem $3\frac{1}{2}$ Paris. Zoll hohen und $2\frac{1}{2}$ Paris. Zoll weiten cylindrischen Glase enthalten, welches mit einem messingenen Deckel versehen ist. Zwey trockene elektrische Säulen, die jede aus 400 Schelbchen zusammengeleimten Gold- und Silberpapiers von 3 Linien Durchmesser besteht, und sich in einer gefirnißten Glassäule befindet, sind die eine mit ihrem positiven, die andere mit ihrem negativen Pole an dem Deckel angeschraubet, so daß sie, wenn der Deckel aufgesetzet ist, vertikal herunterhängen; und auf dem Deckel ist die Verschiedenheit der beyden anliegenden Pole durch + und — angezeigt. Unter jeder Säule befindet sich eine etwas vorstehende, abgerundete messingene Fassung, welche noch $\frac{1}{4}$ Zoll von dem Boden und einige Linien von dem Rande des Glases absteht, und mit der das untere Ende der Säule in leitender Gemeinschaft stehet. Die Axen der beyden Säulen sind 1″ 7‴ von einander entfernet, und können einander noch näher gebracht werden.

Der elektrometrische Körper ist ein $2\frac{1}{4}$ Zoll langes und 3 Linien breites Goldblättchen, welches genau in der Mitte zwischen beyden Säulen und mit ihren Axen parallel, an dem untern Ende eines Drahtes hängt, der sich in einer innen und außen gefirnißten Glasröhre befindet, welche

*) Tübinger Blätter für Naturwissenschaften und Arzneykunde. B. I. S. 380.

Digitized by Google

durch den Mittelpunkt des Deckels geht. Der Draht geht durch einen Korkstöpsel, der die Röhre von oben verschließt, und berührt sie besserer Isolirung halber nirgends. Er endiget sich oben mit einer Kugel, auf welche sich eine Condensatorplatte aufschrauben läßt.

Daß bey dieser Einrichtung die Säulen nicht, wie in Behrens Elektrometer außerhalb, sondern innerhalb des Glases angebracht sind, sichert ihre Lage besser, und schützt sie gegen Feuchtigkeit, Staub und andern Unrath, so daß sie beständig ungefähr gleich stark elektrisch bleiben.

Will man dies Elektrometer brauchen, so verbindet man den metallenen Deckel durch einen Draht mit der Erde, und berührt den Knopf des Drahts mit einem guten Leiter (welches die trockene Hand nicht ist), um sicher zu seyn, daß er keine freye Elektricität behalte. Da die metallenen Fassungen, zwischen welchen das Goldblättchen genau in der Mitte hängt, in gleichem Grade, die eine positiv, die andere negativ-elektrisch sind, so ziehen sie das Goldblättchen mit gleicher Kraft an, bis diesem durch den Draht, an welchem es hängt, Elektricität zugeführet wird. Sogleich nähert es sich der Fassung, welche in dem entgegengesetzt elektrischen Zustande ist, indem es von ihr angezogen, von der andern abgestoßen wird, kommt mit ihr in Berührung, wird dann von ihr abgestoßen, schlägt an die andere Fassung an, und geht so lange zwischen beyde hin und her, bis es sich an einer der beyden Säulen anhängt, von der es durch ableitende Berührung des Drahtes und eine kleine Erschütterung leicht wieder los zu machen ist. Die Art der zu untersuchenden Elektricität zeigt das Zeichen derjenigen Säule auf dem Deckel, deren unterm Ende das Goldblättchen sich zuerst nähert, oder deren unteres Ende bey stärkerer Elektricität zuerst berühret wird.

Sollen mittelst dieses Elektrometers starke Elektricitäten untersuchet werden, so nähert man den elektrischen Körper langsam der Kugel des Drahtes, bis man deutlich bemerkt, daß das Goldblättchen sich einer der beyden

Digitized by Google

Säulen nähert; das geschieht z. B. bey einer geriebenen Siegellackstange schon in 3 Fuß Abstand, nach der Säule zu, welche oben mit — bezeichnet ist. Hat man es mit schwachen Elektricitäten zu thun, so muß man den elektrisirten Körper viel näher, ja vielleicht in Berührung mit der Kugel bringen, ehe das Goldblättchen sich bewegt. In dem letztern Falle ist die Elektricität so schwach, daß das gewöhnliche Bennet'sche Elektrometer sie nicht mehr anzeigt. Bey noch schwächern Graden schraubt man die Condensatorplatte auf die Kugel, und es ist am zweckmäßigsten, sie so zu brauchen, daß sie die Stelle des Deckels des gewöhnlichen Condensators, und eine zweyte mit einer gläsernen Handhabe versehene Platte die Stelle der Basis vertritt. Beyde sind an den Flächen, mit welchen sie auf einander gelegt werden, mit einer dünnen Schicht Bernsteinfirniß überzogen. Nachdem man die untere Fläche der aufgeschraubten Platte oder des Drahts des Elektrometers ableitend berühret hat, setzt man die zweyte Platte auf, und bringt, während man diese obere Platte ableitend berührt, mit der untern oder ihrem Drahte den Körper in Berührung, dessen Elektricität man untersuchen will, und nimmt, nachdem man beyde Verbindungen wieder aufgehoben hat, die obere Platte mittelst ihrer gläsernen Handhabe weg, wobey man genau darauf achten muß, welcher der beyden Säulen das Goldblättchen sich zuerst nähert. Das Zeichen dieser Säule giebt dann die Art der Elektricität an. Drückt man z. B. ein kleines Zinkscheibchen von ungefähr ¾ Zoll Durchmesser an die untere Fläche der untern Platte mit dem Finger an, während man die obere Fläche der oberen Platte ableitend berühret, so nähert sich beym Abheben der obern Platte das Goldblättchen deutlich der mit — bezeichneten Säule.

Bringt man den elektrisirten Körper mit der obern Platte in Berührung, welches in vielen Fällen bequemer ist, während man die untere Platte ableitend berühret,

Digitized by Google

so ist die Elektricität desselben die entgegengesetzte der des Elektrometers, und also auch der, welche das vorige Verfahren zeigt. In manchen Fällen muß man sich eines Drahtes mit isolirendem Handgriffe zur Verbindung des elektrisirten Körpers mit der Condensator-Platte bedienen.

Elektrometer (Zus. zu S. 358. Th. VI.). Herr Marechaux *) hat ein Elektrometer angegeben, mit welchem die geringste Menge von Elektricität ohne Beyhülfe des Condensators gemessen werden kann. Er nennt es Elektro-Mikrometer oder auch Mikro-Elektrometer, und hat folgende Einrichtung: In einem ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll weiten, und 5 bis 6 Zoll hohen Glascylinder hängt ein Silberblättchen an einer kleinen Zange, die sich höher oder niedriger bringen läßt, je nachdem die Länge des Silberblättchens es erfordert. Auch läßt sich die Vorkehrung, welche die Zange trägt, horizontal bewegen, und das Silberblättchen sich dadurch in beliebige Entfernungen von einer Kugel bringen. Dieses ist der eine Pol des Instruments.

Durch den gläsernen Cylinder ist ungefähr 1″ über der Scheibe, auf der er befestiget ist, ein kleines rundes Loch gebohrt. Durch dieses Loch geht das Ende einer Mikrometerschraube, die von der Dicke eines starken Federkiels und sehr sorgfältig geschnitten ist. Sie führt ein äußerst feines und dabey doch tiefes Gewinde, 50 Gänge auf einen rheinländ. Zoll. Die Schraubenmutter besteht aus zwey Stücken, und ist, um alles Wanken zu verhüten, wenigstens $\frac{1}{4}$ Zoll lang. Das Ende dieser Schraube trägt eine kleine Kugel, die erst darauf geschraubet werden kann, wenn dieses Ende durch die Oeffnung im Cylinder durchgestochen ist. Dabey ist die Einrichtung so getroffen, daß die Spindel, wenn sie gedrehet wird, die Seiten der Löcher nicht berühret, um alle Reibung des Glases zu vermeiden. Die Mikrome-

*) Gilbert's Annalen der Physik B. XVI. S. 112. f.

Digitized by Google

terschraube selbst trägt eine Scheibe $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die in 360 Theile eingetheilet ist, und folglich jede Umdrehung noch in 360 Theile abtheilet. Auf diese Art ist man also im Stande, den Wirkungskreis beyder Elektricitäten in 18000tel eines rheinländ. Zolles zu bestimmen. An dem Gestelle, woran die Mutter der Mikrometerschraube befestiget ist, befindet sich eine kleine Säule, die über die Scheibe hervorragt, und eine Schneide trägt, die den Grad genau bezeichnet.

Will man dies Instrument, das durch die Glasscheibe, auf welcher es ruht, vollkommen isolirt ist, gebrauchen, so stellt man zuerst die Scheibe so, daß ihr Null-Grad unter dem Zeiger zu stehen kommt. Dann nähert man mittelst der Stellschraube, welche die Zange führt, das Silberblättchen der Kugel allmählig immer mehr, bis kein Lichtstrahl mehr zwischen dem Silberblatte und der Kugel hindurch kommt. Das ist der Berührungspunkt und der 0° für den Wirkungskreis beyder Elektricitäten. Um sich zu versichern, daß man das Silberblättchen so viel wie möglich genähert hat, ohne es aus der senkrechten Lage zu bringen, dreht man jetzt, und zu verschiedenen Malen, die Mikrometerschraube um einen Gang zurück, und sieht, wie sich das Blättchen verhält, wenn man die Kugel demselben wieder nähert. Ist das Instrument auf diese Art sorgfältig gestellt, so dreht man nun die Mikrometerschraube um einen vollen Gang zurück; man hat dann zwischen dem Silberblättchen und der Kugel eine Entfernung = dem 50sten Theile eines rheinländ. Zolles, und diesen Abstand kann man wieder mittelst der Scheibe nach Belieben eintheilen, indem auf der Scheibe von $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, vermöge der scharfen Schneide, unter welcher sie sich dreht, sich noch halbe, ja, wenn es nöthig seyn sollte, sogar noch Viertelgrade wahrnehmen lassen.

Eine Vorrichtung, die an der Scheibe angebracht ist, auf welcher der Cylinder ruht, dient, um den Beobachter zu überzeugen, ob der perpendikulaire Stand der

Digitized by Google

Silberblättchen durch eine anziehende Kraft wirklich afficirt worden sey. Vermöge ihrer wird nämlich ein feiner Seidenfaden in der Ebene gespannt gehalten, in welcher das Silberblättchen hängt. Man kann diesen Seidenfaden durch Schrauben in horizontaler und perpendikulairer Richtung bewegen, und dadurch dem Silberblättchen überall folgen. Nun sieht man gleich, ob das Silberblättchen noch mit dem Faden in derselben Ebene hängt, oder ob eine kleine Abweichung statt findet.

Herr Maréchaux, welcher dies Elektrometer vorzüglich zur Messung der elektrischen Kraft beyder Pole einer Säule an einander erfunden hatte, bemerket, daß es so empfindlich ist, daß, wenn man eine dünne Glasröhre ein Paar Mal reibt, und sie vor dem Kopfe des Instruments in der Entfernung mehrerer Zolle schweben läßt, man schon eine Elektricität erhält, zu deren Ausmessung das Instrument keinen Raum mehr hat.

Herr Prof. Ermann *) unterwarf die Elektro-Mikrometer des Herrn Maréchaux einer kritischen Prüfung, indem Herr Maréchaux an der Volta'schen Säule (von ihm beschriebene trockene) durch sein Instrument wollte bemerkt haben, daß die Intensität der elektrischen Kraft der Säule unter einerley Umständen sich verändere, welches aber Herrn Ermann nicht einleuchten wollte. Es stießen ihm einige Zweifel gegen Maréchaux's Behauptung aus dem Mechanismus und aus dem Baue des Elektro-Mikrometers auf, indem er bemerkte, daß, wenn man für einen gegebenen Augenblick die größte Entfernung bestimmt hatte, aus welcher die Anziehung des Goldblattes eben statt fand, man oft nach einer gewissen Zeit, diese Entfernung geringer oder größer finden kann, ohne daß es erlaubt sey, daraus zu schließen, die Intensität der Säule, oder das Vermögen ihrer Leiter habe sich während der Zeit wirklich geändert.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXV. S. 18. ff.

Digitized by Google

Der Grad der Isolation, welchen die äußere Fläche des gläsernen Gefäßes, worin der Streifen hängt, gewährt, ist nothwendig sehr veränderlich. Nur wenn diese Isolation ganz absolut ist, kann der Grad der Entfernung, aus welcher das Anschlagen noch Statt findet, als das Maas der absoluten Intensität der Säule angesehen werden. Sobald nur die geringste Ableitung von einem Pol zum andern längs der Glasröhre Statt findet, zeigt das Instrument nur den Ueberschuß des nicht abgeleiteten Effects. Ist also bey der ersten Messung die Isolation vollkommener oder unvollkommener gewesen, als bey der zweyten dazu gehörigen, so würden wir auf eine Abnahme oder Zunahme der Intensität schließen, die doch nur scheinbar ist. Nun ist aber durch tausenderley Ursachen der hygroskopische Zustand einer Glasfläche in einem steten Wechsel, und so geringe die Unterschiede an und für sich seyn mögen, so sind sie doch hinreichend, um Abweichungen von vielen $\frac{1}{1440}$ eines Zolles in der elektrischen Anziehung zu geben.

Wenn das negative Metallblatt in einer solchen Entfernung von dem positiven Knopfe hängt, daß es bey dem gegebenen Zustande der Säule und des Instrumentes nicht bis zur Berührung angezogen werden kann, so wird eine jede zufällige, von außerwesentlichen Ursachen hervorgebrachte Oscillation des Blattes dieses Anschlagen bewirken, indem durch diese Bewegung das elektroskopische Blatt der Anziehungssphäre des geladenen Knopfes näher gebracht wird, und nunmehr aus dieser geringern Entfernung bis zum Anschlagen gelangen kann, ohne daß sich in der absoluten Intensität der Säule das Mindeste geändert hätte. Dieser Täuschung sind wir beym Gebrauch des Elektro-Mikrometers ganz außerordentlich ausgesetzet.

Der Körper des Elektrometers hat eine kreisrunde Oeffnung, um den an der Welle befindlichen Knopf durchzulassen. Durch die freye ringförmige Oeffnung rund um die Welle, welche über $\frac{1}{3}$ Linie beträgt,

Digitized by Google

kann die äußere Luft in das Innere des Instrumentes hinein und herausströmen, und so dem höchst beweglichen Metallstreifen zufällige Bewegungen mittheilen. Die durch das Aufstehen und Entfernen, oder durch das Annähern des Beobachters in Bewegung gesetzte Luft, pflanzt sich wellenförmig durch die ringförmige Oeffnung in den Körper des Elektrometers fort, und verursachet Schwingungen des Streifens, die mannichmal sogar für das Auge bemerklich werden, in jedem Falle aber ihn um mehrere $\frac{1}{1000}$ Theile des Zolles der anziehenden Kugel näher bringen, worauf das Anschlagen erfolgen muß. Eine rasche Bewegung mit der flachen Hand in einer gewissen Richtung, das Blättern in einem Hefte, das Oeffnen der Thür im Zimmer, selbst das Zuschlagen einer Thür im zweyten und dritten Zimmer, wurde absichtlich geprüft, und Herr Erxmann fand, daß sehr oft das Anschlagen des elektroskopischen Streifens dadurch bewirkt wurde, aus einer Ferne, die das dermalige Maas der Intensität um mehrere hundert Grade überstieg. Die Richtung und die Kraft dieser Luftstöße sind so veränderlich, je nachdem eine Menge von Zufälligkeiten so oder anders zusammentreffen, daß diese Wirkung durchaus sich nicht berechnen läßt, und folglich an keine Correction der Beobachtungen für dieses Element zu denken ist. Herr Erxmann hat nachher diesem wesentlichen Mangel dadurch abgeholfen, daß er die Welle, welche den Ausladeknopf trägt, mit einem Ueberwurf von Kork versah, und diesen so luftdicht wie möglich in die kreisrunde Oeffnung des Gefäßes zwängte. Dadurch wurde nun jeder Luftzug vom Innern des Instrumentes abgehalten, und der Gang der Beobachtungen wurde um sehr vieles zuverlässiger; doch entstand nebenbey ein Mangel, der viel Behutsamkeit von Seiten des Beobachters erfordert. Die isolirte Welle, die in der Axe des Korkes eingepaßt ist, kann nunmehr bey den Umdrehungen, die man ihr mittheilet, durch Reibung an Kork sehr leicht Elektricität erregen, und zwar

in verschiedenen Graden, nach Maasgabe der Umstände; hierdurch entstehen aber neue Zufälligkeiten bey diesen Beobachtungen, die deren nur zu vielen unterworfen sind.

Eine andere Hauptquelle der unangenehmsten Täuschungen beym Gebrauche des Elektro-Mikrometers ist die unmerkliche Verrückung des Nullpunktes. Alles kommt nämlich darauf an, daß man beym Anfange einer Reihe von Beobachtungen mit der schärfsten Genauigkeit den Punkt bestimmt, wo der frey herabhängende, nicht geladene Metallstreifen den Scheitelpunkt der Krümmung des Knopfs so eben berührt. Auf diesen Punkt der Berührung bey 0 Anziehung beziehen sich nachher alle folgende Beobachtungen, indem man die verschiedenen Grade der Entfernung, wo das geladene Blatt nachher zum Anschlagen kommt, von diesem als unverändert gedachten Punkte an, immerfort zählt, um die Ab- und Zunahme der jedesmaligen Intensität zu schätzen. Nun aber wird man unzählige Mal wahrnehmen, daß am freyen und nicht geladenen Mikro-Elektrometer meistentheils nach 24 Stunden, oft aber schon nach einer Stunde dieser Nullpunkt sich beträchtlich geändert hat, so daß beym Wiederaufsuchen desselben der ungeladene Streifen um 20 bis 40 Grad früher oder später, als man bey der ursprünglichen Normalbestimmung gefunden hatte, in die Berührung kommt. Daß durch eine solche eingeschlichene Verrückung alle Beobachtungen, die sich auf die vorausgesetzte Identität des Nullpunktes gründen, einen hohen Grad von Unzuverlässigkeit erhalten, ist leicht einzusehen. Wenn man nun aber bedenkt, wie erstaunend geringe die Abweichung von der vertikalen Richtung zu seyn braucht, um ein höchst bewegliches Pendel um mehrere $\frac{1}{1040}$ Theile eines Zolles aus seiner ursprünglichen Lage zu bringen, so wird man leicht die zufälligen Ursachen dieser Verrückung auffinden.

Die Unterlage, auf welcher das Instrument stehe, müßte völlig unbeweglich seyn, sollten nicht Abweichun-

Digitized by Google

gen von der vertikalen Richtung des Elektrometers entstehen, die das Vor- oder Zurückfallen des Streifens aus der normalen senkrechten Lage zur Folge haben müssen. Kein Tisch ist fest genug, um nicht in einem bewohnten Zimmer nach einigen Tagen eine sehr bedeutende Abweichung von der ursprünglichen vertikalen Lage des mikroelektrometrischen Pendels zu verrathen. Selbst die eingemauerten Fensterbretter geben solche Abweichungen, ob zwar geringer; das Hin- und Herziehen des Holzes und der ganzen Mauer durch pyrometrische und hygrometrische Einwirkungen verursacht hier ebenfalls eine Neigung des Instruments, welche den Streifen bedeutend aus seiner Lage verrückt, und so auf Ab- oder Zunahme der elektrischen Intensität schließen macht, die doch nur scheinbar sind. Wird vollends die Unterlage des Instruments von der Sonne getroffen, so ist die pyrometrische und hygroskopische Wirkung, und die daher rührende Abweichung um vieles bedeutender. Man kann mit einer sehr empfindlichen Wasserwage, oder mit einem künstlichen Horizont dieses Schwanken der horizontalen Flächen dieser Unterlagen deutlich genug wahrnehmen; beym Mikro-Elektrometer wird es aber noch viel auffallender.

Noch ein anderer Grund der Verrückung des Nullpunktes liegt in der pyrometrischen Ausdehnung des Metalls und Glases des Instrumentes selbst. Die Ausdehnung der Welle bringt den Knopf dem Streifen näher, und giebt folglich scheinbare Verminderung der elektrischen Intensität; dehnt sich hingegen das metallene Gestell verhältnißmäßig mehr aus, als die Welle, so wird der Streifen von der Ausladekugel entfernt, und wir erhalten scheinbare Zunahmen der Intensität. Diesen letzten Fall glaubt Herr Ermann am häufigsten gefunden zu haben. Wenn er nämlich den Nullpunkt ganz scharf bestimmt hatte, dann die Kugel zurückschraubte, und das bloße Elektrometer ohne Verbindung mit der Kugel der Sonne aussetzte, so fand er in der Regel, daß sich der Streifen vom ursprünglichen Nullpunkt entfernt hatte. Da er

zu dieser Lösung das Werkzeug auf die Steinplatte des gemauerten Postamentes einer Sonnenuhr im freyen Felde aufgestellet hatte; so glaubet er den Parallelismus dieser Fläche annehmen zu dürfen, ohne doch bey sehr starker Erhitzung des Gemäuers sich dafür verbürgen zu wollen. Kurz, selbst da fand er ein sehr beträchtliches Schwanken des Nullpunktes, welches die Beobachtungen im Sonnenscheine sehr unsicher machte, und Correctionen erforderte, deren Element gar nicht zu bestimmen war. Das einzige Mittel wäre, bey jeder zweyten Beobachtung das Instrument ganz zu entladen, und die Identität des dermaligen Nullpunktes mit der des vorigen unmittelbar zu suchen. Dies Verfahren bringt aber andere nicht unbedeutende Nachtheile mit sich.

Herr Ermann glaubt, daß mehr Masse, festere Verbindungen und mehr Einfachheit in der Organisation des Werkzeuges, dasselbe beym Gebrauche außerordentlich viel sicherer und bestimmter gemacht hätte. Vorzüglich sollte die Mutter, worin die Mikrometerschraube sich beweget, und die eigentlich die Seele des Ganzen ist, an einem ausnehmend festen und unerschütterlichen Theile angebracht seyn; und gerade dieses so wesentliche Stück hat die größte Schwäche erhalten.

Es giebt noch einen sehr verfänglichen Grund der Täuschungen bey den Schätzungen der Intensitäten der Säule durch das Mikro-Elektrometer. Wenn bey einer gegebenen Beobachtung das Blatt zum Anschlagen gekommen ist, so hängt es nunmehr fest am Entbindungsknopfe, und um die folgende vergleichende Beobachtung anstellen zu können, muß man zu allererst den Streifen wieder frey machen. Dazu gehört, daß man die Zuleitungsdrähte der Säule vom Elektrometer entferne, um es zu entladen, um nachher durch eine leise Erschütterung die Cohärenz des Metallblattes zu überwinden. Diese Erschütterung, so leise sie auch ist, kann unfehlbar den Nullpunkt in etwas verrücken, wegen der so

Digitized by Google

sehr großen Empfindlichkeit des Instrumentes. Viel wichtiger ist indeß noch folgender Umstand. Wenn wir zur zweyten correspondirenden Beobachtung schreiten, legen wir die Zuleitungsdrähte wieder an das Instrument. Wer kann uns aber verbürgen, daß sie in einer zweyten Anlegung eben so innige und continuirlich-leitende Berührungspunkte treffen werden, als in der vorigen Anlegung, oder auch, daß sie nicht bessere gefunden haben? Wem ist nicht bekannt, wie ungeheuer groß oft der Unterschied der Leitungskraft ist, in den verschiedenen Punkten einer und derselben Platte, eines Drahtes, oder einer Kette, wo das Auge keinen Unterschied wahrzunehmen vermag, und wo doch durch eine unmerkliche Oxydation, oder einen nicht aufzufindenden fremdartigen Ueberzug der Oberflächen, oft jede Zuleitung gehemmt, oder doch ungemein geschwächt wird? Man sieht daraus nicht ein, wie bey dieser Methode der Entladung nicht die bedeutendsten Unterschiede in den angegebenen Graden nothwendig Statt finden sollten, wenn auch kein einziger der oben angeführten Gründe existirte. Herr Ermann suchte diesem wichtigen Mangel dadurch abzuhelfen, daß er das Elektrometer und die Säule entladet, ohne die Polardrähte aus ihrer Lage und ihren Berührungspunkten zu entfernen. An einem hervorragenden Stifte des obern Theils des Elektrometers hängt ein beweglicher Metalldraht, dessen anderes Ende den untern Theil des Instrumentes erreichen kann. Findet diese Berührung oben und unten wirklich Statt, so ist das Elektrometer entladen, und der Kreis geschlossen. Zieht man aber den Draht vom untern Theile ab, so ladet sich das Elektrometer von neuem. Dieses Abziehen geschiehet am besten vermittelst eines kleinen isolirten Ständers, den man nur zurückzuschieben braucht; dadurch erhält man dabey den wesentlichen Vortheil, daß die Säule stets isolirt und sich selbst überlassen bleibt. Um die Cohärenz des Blattes zu überwinden, ohne die Isolation zu unterbrechen und ohne das Werk-

Digitized by Google

gung zu sehr zu erschüttern, trägt der entladende Stab an seinem untern Ende eine kleine metallene Kugel, deren Masse beym Anschlagen gegen den untern Theil des Elektrometers eine kleine Erschütterung des Ganzen hervorbringt, die das Blatt löst, ohne doch die Lage des ganzen Instrumentes gar zu merklich zu afficiren. Seit dem Herr Ermann diese Vorrichtung anwandte, waren den größtentheils die zuletzt erwähnten Zufälligkeiten gehoben.

Uebrigens bemerket Herr Ermann noch, daß in Libes physikalischem Wörterbuche, Artikel Elektrometer ein Mikro-Elektrometer beschrieben werde, welches blos eine Modification des Maréchaux'schen sey, und daß es sich mit Unrecht Herr Vegu-de-Launay als seine Erfindung zugeeignet habe. Die Fig. 46. bildet dies Werkzeug ab: AB ist nämlich ein aus Glastafeln zusammengesetzter Behälter, dessen obere Wand mit Siegellack überzogen ist; C ist ein gefirnißtes Fußgestelle von Holz; D eine Schraube mit sehr feinem Gange; jeder zu $\frac{1}{2}$ Millimeter; E eine Glasscheibe, deren Rand in 360° eingetheilet ist; F ein messingener Stab, der sich herein und herauszuziehen läßt; G eine messingene Scheibe auf einen Stiel geschraubt, der an seinem untern Ende eine Zange trägt, worin die Metallblättchen eingeklemmt sind; H sind äußerst dünne Kupferblättchen; I ist eine messingene Spitze, die anstatt der Scheibe G auf den Stiel geschrauhet werden kann.

K sind zwey Zangen, wovon die erste einen einzelnen Goldstreifen, die andere zwey bewegliche Halme trägt, und die in H an der Stelle der Metallblättchen eingeschrauhet werden können. L ist ein Streifen Messing, der die Anzahl der Schraubengänge angiebt, und die Grade auf der Scheibe bestimmt.

Wenn man äußerst geringe Intensitäten zu messen hat, wird der Stab F zurück gezogen, und mit dem einzelnen Streifen werden die Grade gemessen vom Nullpunkte an, bis da, wo das Anschlagen statt findet.

Digitized by Google

Herr Ermann scheint aus der Zeichnung dieses Instrumentes zu erhellen, daß die Mikrometerschraube ebenfalls keinen unwandelbaren Gang haben könne, es müßte denn die in die Glaswand eingekittete Mutter eine bedeutende Länge erhalten haben, aber selbst dieses würde wenig helfen; die Welle müßte durchaus einen zweyten Unterstützungspunkt haben, in welchem sie sich drehete; nur dadurch kann man ganz verhindern, daß sie nicht konische Revolutionen beschreibe. Es ist ferner nicht abzusehen, wie der Nullpunkt mit Genauigkeit zu finden ist, da das Fußbrett keine Stellschrauben hat. Man kann endlich an diesem Instrumente keinen isolirenden Entlader anbringen. Der wesentlichste Vorzug desselben ist, daß es verschlossen ist, und also das Goldblatt nicht dem Spiele des Luftzuges Preis giebt. Ferner kann man damit die Intensitäten durch die Repulsion messen, welches oft vortheilhaft und bey kräftigen Säulen unumgänglich nöthig ist; denn bey diesen ist das Maréchaux'sche durchaus nicht anwendbar, weil gleich beym ersten Anschlagen der entstehende Funke den ganzen untern Theil des Streifens verzehret. Nebenbey wird es auch wohl nicht ohne Nutzen seyn, daß man an demselben Werkzeuge unter denselben Umständen, die Grade der Anziehung und die der Zurückstoßung unmittelbar vergleichen kann.

Herr Parrot *), welcher seinen ersten Versuchen zu Folge mit den Coulomb'schen ein widersprechendes Resultat erhalten hatte, (m. s. Elektricität), hatte auf eine andre Art mit Hülfe der Elektrometer genauer zu bestimmen gesuchet, ob das von Coulomb gefundene Gesetz sich bestätige, oder ob es falsch sey. Hier war aber zuerst diese Frage zu erörtern: kann man sich auf die Anzeige unsrer Elektrometer in Hinsicht der quantitativen Elektricität sicher verlassen?

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XI. S. 265.

Herr Parrot meint, daß die Einwirkung der metallischen Ableitungen, welche an den Seiten der Goldblatt-Elektrometer angebracht sind, um das Goldblatt bey dem Anschlagen an der Glaswand nicht an derselben ankleben zu lassen, und überhaupt die an der innern Oberfläche des Glases durch die Versuche sich anhäufende Elektricität abzuleiten, alle Resultate unserer bisherigen elektrometrischen Versuche unsicher mache, ja sogar verfälsche. Diese Stanniolstreifen besitzen nämlich einen sehr merklichen Einfluß auf den Elongations-Winkel des Goldblattes, indem sie solches anziehn, und zwar desto mehr, je mehr sich das Goldblatt ihnen nähert. Dieser Einfluß ist auf eine doppelte Art veränderlich, nämlich in Beziehung auf die absolute Entfernung der Ableitung von der Mitte des Elektrometers, und in Beziehung auf die Stärke der angewandten E; woraus offenbar folgt, daß alle unsre bisherige Elektrometer nicht comparativ sind, oder daß verschiedene Elektrometer unter sich, und jeder Elektrometer an sich, für verschiedene Intensitäten der E verschiedene Sprachen sprechen. Um die Fehler der Seiten-Ableitung zu entfernen, brauchte man nur diese Ableitung ganz abzuschaffen. Allein man wird bald finden, daß dann bey großen Elongationswinkeln das Goldblatt sich öfters seitwärts wendet, aus der Ebene des Elongations-Winkels tritt, und dadurch zu einer falschen Beobachtung verleitet. Beyde Zwecke werden erreicht, wenn man eine Ableitung anbringt, welche auf das Goldblatt immer gleich stark wirkt, wie groß oder klein der Elongationswinkel ist. Herr Parrot machte daher diese Ableitung aus einem runden, halbkreisförmig gebogenen, und an seinen Enden flach abgerundeten messingenen Stab, und befestigte sie an der Bodenplatte des Elektrometers so, daß der Mittelpunkt des Halbkreises in den Aufhängepunkt des Goldblatts fiel.

Zur Anstellung mehrerer Versuche gebrauchte er eine bewegliche Ableitung, welche aus einem vertikalen und abgerundeten Messingstabe bestand, befestigt auf ein

Digitized by Google

Schiebstange, die eine Abtheilung von 43 halben pariser Linien trug und sich von außen hin und her, bis zum vertikal hangenden Goldblatte schieben ließ. Um mit verschiedenen Graden von Elektricität experimentiren zu können, nahm er eine Volta'sche Säule von 100 Schichtungen, und zwey Zamboni'sche Säulen Gold- und Silberpapier, welche die eine im Maximo 12°, die andere 22,3° gaben. Durch diese Einrichtung der beweglichen Ableitung des Goldblatt-Elektrometers fand Herr Parrot, daß, je schwächer die Elektricität war, desto größer die Multiplikation der Grade wurde, wenn das Goldblatt die Ableitung berührte. Denn für 4° E war die Vergrößerung des Elongations-Winkels 3½ fach; für 12° war sie 2½ fach, und für 22,5° war sie zweyfach, so daß die Vervielfachung mit dem Maximum der Annäherung der beweglichen Ableitung sehr schnell wuchs. Es ergab sich, daß für eine elektrische Spannung von 0,12° an diesem Goldblatt-Elektrometer, welche noch wohl unmittelbar sichtbar war, die Annäherung der Ableitung dem ursprünglichen Elongations-Winkel 18¾ Mal größer machte. Ueberhaupt gab ihm dies Elektrometer bey der geringsten elektrischen Spannung noch sichere Resultate, welche mit Hülfe seines Condensators zweifelhaft ausfielen.

Mit diesem Elektrometer prüfte Herr Parrot das bereits von ihm ausgemittelte Gesetz über die Wirkung der Elektricität, so wie das vom Herrn Coulomb aufgestellte, und es schien ihm entschieden zu folgen, daß diese Wirkung im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen stehe. Auch bey der condensatorischen Wirkung schien ihm dies Gesetz zu folgen.

Elektromotor, Elektricitätserreger (Electromotor) (N. A.) heißt überhaupt eine Vorrichtung von je zwey verschiedenen Leitern der Elektricität, welche durch bloße Berührung mit einander beyde Arten von Elektricität entwickeln und von einander sondern. Volta und

Digitized by Google

andere Physiker halten beobachtet, daß sich Leiter unter sich durch bloße ruhige Berührung elektrisiren, jedoch in ungemein verschiedenen Graden; bey einigen nämlich ist die Erregung der Elektricität sehr merklich, bey noch andern kaum merkbar. Hierauf gründete Volta eine Eintheilung der Leiter in Classen. M. s. Leiter, galvanische. Die besten Elektromotore sind die Metalle und die unzerstörte Nerven- und Muskelfaser. Indessen ist die Stärke des Vermögens, Elektricität durch bloße Berührung zu erregen, bey den verschiedenen Metallen verschieden; und scheint im gerüden Verhältnisse ihrer Ungleichartigkeit (d. h. chemischer Entgegengesetztheit) und im umgekehrten ihrer Leitungsfähigkeit für die Elektricität zu stehen. Nach Volta's Versuchen bilden die Metalle, welche sich gegenseitig durch Berührung elektrisiren, oder an ihren Gegenflächen die entgegengesetzten E erregen, folgende Reihe: Zink, Zinn, Bley, Eisen, Messing, Kupfer, Platin, Gold, Silber, und welchen das nächst vorhergehende Metall gegen das nächstfolgende und gegen alle nachfolgenden + E (also Zink gegen Zinn, und gegen alle übrigen, mithin auch gegen Silber, und gegen dieses unter allen ihm nachfolgenden Metallen am meisten + E) erhält, während das nachfolgende gegen das nächstvorhergehende und gegen alle vorhergehende (Silber also gegen Gold und am meisten gegen Zink) — E bekommt. Setzte n die zwischen Zink und Silber erfolgende Menge von + E und — E am Silber = 12; so ist zwischen Kupfer und Silber = 1, zwischen Eisen und Kupfer = 2, zwischen Zinn und Eisen = 3, zwischen Zink und Bley = 5, und zwischen Zinn und Eisen = 1. Mithin ist die Summe der Elektricität erregenden Vermögen aller Zwischenglieder gleich dem Erregungsvermögen der beyden äußersten Glieder der Reihe.

Volta fand diese Erregungsunterschiede, als er zwey ebene über einander gelegte Scheiben der zu prüfenden verschiedenen Metalle (z. B. eine Zinkscheibe und eine

Digitized by Google

Silberscheibe) gegen einander preßte, darauf abwechselnd die eine und dann die andere mit der Erde in leitende Verbindung brachte, und dann an jeder der Scheiben mittelst des Condensators, die Art und die Menge der Elektricität bestimmte. Getrennt zeigte alsdann die eine Scheibe (z. B. die zinkene) + E, die andere (z. B. die silberne) — E. Dasselbe Resultat erhielt er, als er die Enden zweyer prüfenden Metallstreifen an einander löthete, und das eine Ende, z. B. das Zinkende mit dem Condensator in Berührung brachte, während er das andere Ende durch Halten in der Hand mit der Erde leitend verband.

Es zeigte sich keine elektrische Spannung, als Volta zwischen zwey Scheiben von einerley Metall (z. B. zwischen zwey Zinkscheiben) eine dritte von einem andern Metalle, (z. B. eine Silberscheibe) legte, und übrigens auf die vorhin beschriebene Art verfuhr. Dagegen nahm Volta Spannung wahr, als er auf ein Zink-Silber-Platten-Paar eine feuchte Schicht (z. B. feuchte Pappe) brachte, und darüber wieder irgend eine Metallplatte legte; diese letztere zeigte dann die von der feuchten Schicht durchgelassene Elektricität der obern der beyden ungleichartigen, sich berührenden Metallplatten. Wer z. B. Silber, Zink, Wasser und darüber irgend ein Metall geschichtet, so zeigte dieses das durch das Wasser ihm zugeleitete + E des Zinks.

Diese von Volta beobachteten Thatsachen leiteten ihn auf seine so wichtig gewordene Säule, welche demnach aus nichts weiter als aus einer Summe mehrer einfacher Elektromotoren bestehet.

M. s. Gren's Grundriß der Naturlehre herausgegeben von Kästner. Halle 1820. 8. §. 1180. ff.

Elektrophor, Doppelter, Doppel-Elektrophor aus Harz und Glas (N. A.). Herr Jos. Weber hat eine von Lichtenberg's doppeltem Elektrophor verschiedene Vorrichtung angegeben, welche durch eine ein-

Digitized by Google

ge Handlung elektrisirt, auf der einen Seite + E, und auf der andern — E zeigt, und auf beyden Seiten die elektrophorischen Erscheinungen darstellet, und die er einen Doppel-Elektrophor nennet. Zu einem solchen Instrumente sind ausgezeichnungsweise Harzkuchen und Glasstücken geeignet, daher unterscheidet auch Herr Weber einen Doppel-Elektrophor aus Harz und einen Doppel-Elektrophor aus Glas. Die Einrichtung des Doppel-Elektrophors aus Harz ist folgende: Man läßt aus Sturzblech einen Ring machen, der im Durchmesser 14 Zoll hält, einen halben Zoll hoch, und auf beyden Seiten ein Paar Linien weit einwärts geklopft ist; setzt ihn auf einen glatten Schieferstein, den man vorher mit einem feinen Papier belegt hat; drückt ihn durch aufgelegtes Gewicht genau auf die Steinfläche, und gießt zerlassenes, mit weißem Harz und venetianischem Terpentin gemischtes Colophonium in die runde Form, daß sie genau voll wird. Nachdem das Harz erstarrt ist, nimmt man den Harzkuchen, der nun durch den Ring gehalten wird, vom Steine weg, löst das Papier ab, und giebt dem Harz, das den Stein berühret hat, durch Annäherung eines roth glühenden Eisens einen Schmelz. Dieser Harzkuchen ohne Schüssel ist nun ein Doppel-Elektrophor aus Harz.

Wird eine Fläche des Harzkuchens mit Katzenfell gerieben, mithin — E elektrisiret, so giebt die Kehrseite + E, oder: setzt man den Elektrophor-Deckel, der auf dem Harze aufliegt, mit dem Conduktor einer Glasmaschine in Verbindung, und theilet der obern Harzfläche + E mit; so zeigt die untere Seite nach umgewandtem Elektrophor — E, und die elektrophorischen Phänomene kommen auf beyden Seiten zum Vorschein.

Bey sehr starker Elektrisirung der einen Seite, entweder durch Reibung oder Mittheilung, zeigt sich dieselbe Elektricität auf beyden Seiten; allein diese ist nur ein Erfolg des Ueberladens, des Vorherrschens der erregten Elektricität; wird diese vorherrschende Elektricität

Digitized by Google

auf der Kehrseite durch Streichen mit der Hand geschwächt, so tritt sogleich der vorhin unterdrückte Gegensatz hervor.

Was den Doppel-Elektrophor von Glas betrifft, so besteht dieser aus einer Glasscheibe von beträchtlichem Umfange, die auf einer Fläche liegend elektrisiret wird. Reibt man das Glas, welches z. B. auf einem Tische aufliegt, mit Amalgama; so erhält die geriebene Glasfläche + E wiewohl nur schwach; aber nun umgewandt zeigt das Glas die Elektricität — E, gleichfalls schwach; dennoch giebt der Elektrophordeckel auf beyden Seiten Fünkchen.

Elektrisirt man aber das Glas durch Mittheilung, so wird die Glasscheibe ein Elektrophor von höchster Wirkung, und zwar ein Doppel-Elektrophor; denn ohne eine weitere Behandlung kommen die elektrophorischen Phänomene auf beyden Seiten mit gleicher Lebhaftigkeit zum Vorschein, auf einer Seite + E, auf der andern — E. Die Mittheilung der Elektricität diesem Doppel-Elektrophor geschiehet also: Man bringt den Elektrophordeckel, der auf der Glasscheibe aufsitzt, durch einen Draht mit dem Conduktor einer wirksamen Elektrisirmaschine in Verbindung. Nach etlichen Umdrehungen der Glaswalze wird der Elektrophordeckel durch wiederholte Berührung entladen. Man setzt die Elektrisirmaschine aufs neue in Bewegung, und entladet den Deckel wie vorhin; und so wird einige Male fortgefahren. Nun hebt man die Gemeinschaft des Elektrophordeckels mit dem Conduktor auf, und behandelt die Glasscheibe als Elektrophor, jetzt auf der obern und dann auf der untern Seite. Beiderseits zeigen sich die elektrophorischen Erscheinungen in einer Stärke und Dauer, die wenigstens der Stärke und Dauer der Wirkungen eines gewöhnlichen Harz-Elektrophors von demselben Umfange gleich kommen.

Zur Zeit, da der Doppel-Elektrophor aus Glas in voller Wirkung ist, zeichnen sich die Funken, welche der Elektrophordeckel schlägt, auffallend aus. Die auf der

Digitized by Google

Fläche + E erhaltenen Funken sind meistens cylindrisch und sonnenhelle, die auf der Fläche + E erhaltenen Funken gehen meistens zickzack, sind farbig, und mannichmal drey Zoll lang. Mitunter verbreitet sich der bekannte elektrische Geruch und erfüllt das Zimmer.

Wird der Elektrophordeckel, der auf der Glasscheibe liegt, mit dem Isolirten Reibzeuge der Elektrisirmaschine in Verbindung gebracht, so zeigt sich der Doppel-Elektrophor gleich wirksam, nur ist die Ordnung der elektrischen Zustände verkehrt.

Die Doppel-Elektrophore thun ihre Wirkung in den Sommermonaten, wie zu Winterszeit im geheizten Zimmer nur viel schwächer.

M. s. Gilberts Annalen der Physik. B. LI. S. 198. ff.

Erdbeben (Zus. zu S. 270. Th. II.). Die neuesten Beyspiele von Erdbeben, welche größtentheils mit den merkwürdigsten Umständen, welche sie begleitet haben, sind beschrieben worden, liefern uns mehrere Eingerzeige, den Ursachen ihrer Entstehung nach unserm jetzigen Kenntnissen näher zu kommen. Im Jahr 1810 im December wurde in einem Theile von Süd-Deutschland und Italien ein Erdbeben mit außerordentlich starkem Sturme, und an einigen Orten mit starkem Blitz und Donner, Regen und Hagel verspürt *). Im Jahre 1811 wurde ebenfalls im December das sächsische Erzgebirge, das angrenzende böhmische Gebirge, die Oberlausitz und das sächsische Elbgebirge durch einen heftigen Erdstoß erschüttert. Es war auf der Erdoberfläche völlige Windstille, die Gestalt des leichten Gewitterähnlichen Gewölks wechselte aber um diese Zeit unaufhörlich, und mehrere Personen, die im Freyen waren, hatten eine horizontal sich bewegende Feuerkugel gesehen **). In demselben Jahre 1811 im Mo-

*) Gilbert's Annalen d. Physik B. XXXVII. S. 226. ff.

**) Ebendas. B. XLI. S. 469. ff.

Digitized by Google

nat December soweit in den Gegenden wo der Ohio mit dem Missisippi zusammenfließt, ein schreckliches Erdbeben verspürt, welches über ein ganzes Jahr zu wüthen nicht aufgehöret hat. Etwa einige Meilen unterhalb der Mündung des Ohio nach dem Missisippi zu, um die Niederlassung Neu-Madrid, verspürte man unaufhörlich eine Bewegung der Erde, die von einem Rollen begleitet war, welches das Volk unterirdischen Donner nannte. Es verging fast keine Woche, wo nicht einigemal sehr starke Erdstöße bemerkt wurden. Der Herr Stanley Griswold *), welcher von dieser furchtbaren Erscheinung Nachricht ertheilet hat, glaubte, daß ein unterirdisches und sehr tief liegendes Feuer, die Ursache dieser Erscheinungen gewesen ist. Es schien sich von Zeit zu Zeit auf die Lager brennbarer Körper, welche in Brand sich befinden, aus unterirdischen Behältern Wasser zu ergießen, und indem die plötzlich sich bildenden Dämpfe desselben ihre Elasticität nach allen Richtungen hin wirkten, erhoben sie die nachgebende Decke, bis sie sich entweder einen hinreichenden Raum gemacht, oder einen Durchbruch geöffnet hatten.

Aus mehreren Thatsachen ist es wahrscheinlich, ja fast völlig erweislich, daß in der Gegend um Neu-Madrid ein unterirdischer Brand damals in voller Thätigkeit gewesen sey. Denn glaubwürdige Personen, welche zur Zeit der großen Erdstöße in Neu-Madrid oder in der Nachbarschaft wohnten, hatten nicht allein Spalten bemerkt, die sich in der Erde geöffnet hatten, sondern auch selbst gesehen, daß etwas aus ihnen wie Rauch oder Wasserstoff hervorgestiegen war. Selbst eine von ihnen befand sich am hellen Tage sehr nahe bey einem solchen Ereigniß, und beobachtete die Erscheinung sorgfältig. Der Dampf drang schnell hervor und schien heiß zu seyn; sie erwartete alle Augenblicke eine Flamme herauskommen zu sehen, es sey dies aber blos durch die große

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XLVI. S. 113. ff.

Digitized by Google

Menge von Sand verhindert worden, welche die elastische Flüssigkeit mit fortgerissen habe. Ja es sind zur Zeit grosser Erdstöße daselbst Wolken von besonderer Art wahrgenommen worden, die ganz wie Rauch ausgesehen hatten.

Einen noch bessern Beweis für die Wirklichkeit eines solchen Brandes in der Erde um Neu-Madrid gaben folgende Erscheinungen. An mehreren Orten wurden nämlich verkohltes Holz und Steinkohlen daselbst ausgeworfen, welche neben den Rissen gefunden wurden. Die Steinkohlen kamen in grösserer Menge hervor, die Holzkohlen waren aber beleuchtender, da sie an halb verbrannten Aesten saßen. Ja man hat sogar am Rande der einen Spalte ein Stück Holz gefunden, das an dem einen Ende verkohlt, und an dem andern Ende wie in Steinkohle verwandelt war.

Ein anderer Beweis des unterirdischen und selbst vulkanischen Feuers war die Lava, welche im Zustande von Bimsstein an mehreren Orten ausgeworfen wurde. Man hatte davon eine Menge gesammelt, welche auf dem Mississippi schwamm.

Daß übrigens eine unterirdische ausdehnende Kraft, der der Wasserdämpfe ähnlich, im Spiele gewesen ist, welche nach allen möglichen Richtungen mit erstaunlicher Macht und mit Gleichförmigkeit gewirkt hatte, gab die Bemerkung, die überall gemacht war, daß die niedrigen Oerter heftiger als die höher gelegenen erschüttert wurden. Uebrigens ergaben auch noch andere Erscheinungen, daß der Heerd des unterirdischen Feuers in einer ziemlichen Tiefe sich befunden habe.

Diese Beobachtungen machen es sehr wahrscheinlich, daß mehrere Erdbeben wirklich durch unterirdische Brände veranlaßt worden, und daß bey hinzugetretenem Wasser die dadurch entstehenden Dämpfe die grösste Rolle bey dieser furchtbaren Erscheinung spielen, wie auch schon mehrere Physiker behauptet haben. Indessen ist es aber auch nicht zu verkennen, daß noch andere Ursachen, be-

Digitized by Google

sonders die Elektrizität, mächtig mitwirken. In es scheinen bey noch neuern Erdbeben Erscheinungen beobachtet worden zu seyn, welche nicht verkennen lassen, daß sie durch unterirdische Feuer sind veranlaßt worden. Im Jahre 1817 am 11ten März Abends zwischen 9 und 10 Uhr wurde die ganze Schweiz und ganz Savoyen durch ein Erdbeben zum Theil außerordentlich stark erschüttert. Die Gletscher leuchteten feuerfarben, und im Augenblicke der stärksten Erschütterung sollen Blitzstrahlen und Feuerkugeln über den Montblanc niedergefahren seyn.

Eines der neuesten Erdbeben, welches am 16ten Junius und die folgenden Tage des Jahres 1819 in dem ganzen westlich von Kutch gelegenen Districte erstaunende Verheerungen angerichtet hat, wird in den Zeitungen von Bombay vom 7ten Juli 1819 beschrieben *). Von Luckpoot, Bundeer bis Bhooj sind alle Städte und Dörfer durch dieses Erdbeben mehr oder weniger verwüstet. Die Stadt Rhooj und die Veste Boojie, zwischen welchen die englischen Truppen gelagert waren, wurden zertrümmert. Nachher hat sich zu Meilen von Bhooj ein Vulkan eröffnet, welcher mit diesem Erdbeben in der genauesten Verbindung gestanden zu seyn scheint.

Da mehreren Naturforschern die unterirdischen Feuer mehrere brennbare Materien, zum Hervorbringen des Ganzen thun, alle bey den Erdbeben vorkommenden Erscheinungen dadurch zu erklären, so sind einige neuere der Meinung, daß uns in dieser noch dunkeln Materie die Entdeckung der Voltaischen Säule ein neues Licht darüber verbreitet habe. Vermittelst derselben seyen mittelst Zersetzungen von Substanzen erfolget, die man lange für einfach gehalten habe. Unter diesen gehöre vor allen andern die Zersetzung des Wassers in seine Bestandtheile. Diese nun wirken an (nach dieser Meinung) sehr im höchsten Grade wahrscheinlichen, daß die Erschütterungen des Erdbodens auf die Weise [illegible]

*) [illegible]

ben hindeute), daß ungeheure Volta'sche Säulen, von bekannten und unbekannten Metallen, sich durch das Innere unsers Planeten erstrecken, die stets von dem zu tiefe dringenden Wasser feucht erhalten würden, so hätten wir einen galvanischen Prozeß von ungeheurer Intensität. Dieser zersetze das Wasser der Höhlen, in welchen die Säulen endeten, in seine Bestandtheile, der Wasserstoff werde entflammt, und der Sauerstoff gebe der Flamme Nahrung. Das mehrere und mindere Zuströmen des Wassers sey die Ursache der verschiedenen Intensitätsgrade der vulkanischen Explosionen, die ganz aufhören könnten, wenn das Wasser fehle, oder die Metalle sich gänzlich oxydirten: die vulkanischen Phänomene und Erzeugnisse empfiengen aber unendlich viele Modifikationen, nach Maßgabe der Verschiedenheit der Stoffe, auf welche das entflammte Wasserstoffgas wirke. Diese Theorie erkläre zwar nicht alle bey Erdbeben vorkommende Erscheinungen, besonders nicht den Wechsel der vulkanischen Erschütterungen, völlig genügend; allein wer erklärte schon genügend die bey den Gewittern vorkommenden mannigfaltigen Erscheinungen? — Die Erdbeben seyn unterirdische, von der galvanischen Elektricität abhängige Gewitter; diesen Satz könne man, nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft, bereits als gewiß annehmen; auf welche specielle Weise diese Gewitter, unter so mannigfaltigen Verhältnissen sich entwickelten, wirkten, und endeten, sey den Menschen bis jetzt verborgen, gleichwie ihnen bis jetzt verborgen sey, auf welche Art ein Gewitter der Atmosphäre den Regen oder Hagel, oder gar Eismassen hervorbringe. Sey unsere Erde gleich kein Thier, bey dem der Grund mancher Erscheinung (Bewegung im weitern Sinne) im Willen liege; sey es gleich undenklich, daß, wie bey dem Zitteraal, der Grund elektrischer Erscheinungen bei der Erde in einem bloßen Wollen liegen könne; so fehle doch sehr viel, daß die Erde in ihrem jetzigen Zustande schon ein caput mortuum sey, und schwerlich würden wir je dahin gelangen, bis Erscheinungen

Digitized by Google

ihrer Lebensthätigkeit sämmtlich zu erklären. Zu diesen gehörten aber vorzüglich die elektrischen und magnetischen Kräfte.

Genug müsse es uns jetzt seyn, einsehen zu können, woher bey Erdbeben Erschütterungen herkämen, welche in Minuten von einem Welttheile zum andern unter dem Ocean fortdrängen, woher das Krachen und Donnern, und die Blitze der Vulkane; woher die ungeheuren Säulen von entzündetem Wasserstoffgas; woher die Gewalt des Feuers, Steine schmelzen zu können, woher die Ströme von Wasser, die den Vulkanen, besonders in Island, entstürzen.

M. s. Breislak's Lehrbuch der Geologie aus dem Französ. und Italiän. übersetzt von Fried. Karl v. Strombeck. 3ter Band. Braunschweig. 1821. 8. S. 77. Note.

Erden (Zus. zu S. 181. Th. II.). Zu den in diesem Artikel angeführten Erden gehören noch 8. die Chlycindererde, Beryllerde, Süßerde, 9. die Xterterde. Weil die Kalkerde, die Talkerde, die Schwer-, oder Baryterde und die Strontianerde nicht allein in Hinsicht ihres Geschmackes, sondern auch in Rücksicht ihres Verhaltens gegen den Veilchensaft, Schwefel und verschiedene andere Körper mit den Alkalien die größte Aehnlichkeit besitzen, so hat man sie in den neuern Zeiten (zuerst vom Herrn Prof. Tromsdorf) unter die Alkalien gerechnet, und sie erdige Alkalien oder alkalinische Erden genannt.

Im Jahre 1807. glückte es dem Herrn Jo. Davy die Pottasche (Kali) und die Soda (Natrum) mit Hülfe einer starken Volta'schen Säule in eigene Metalle, und Oxyden zu zerlegen. Gewiß hat derselbe auch schon damals vermuthet, daß die Erden ebenfalls so genannte Oxyde oder Kalke bisher gänzlich unbekannt gebliebener Metalle sind. Indessen war es mehreren Deutschen Chemikern und Physikern, z. B. Tromsdorf, Hoffling, Seebeck, Buchholz u. s. w. gelungen, auch aus der

Digitized by Google

alkalischen Erden mit Hülfe der galvanischen Elektricität, im Jahre 1808 im Mon. April, eigene Metalle zu erhalten. Herr Davy hatte aber seine schätzbaren Versuche auch auf die Erden ausgedehnet, und seine ersten damit angestellten Versuche, ob sie gleich noch sehr unvollkommen waren, gaben ihm die gegründetsten Hoffnungen, daß sich auch die Erden würden zersetzen lassen. Anfänglich fand er viele Schwierigkeiten, indem diejenigen Mittel, welche er bey der Zersetzung des Kali und des Natrum angewendet hatte, bey den Erden nicht zum Ziele führten. Es sind zwar die Alkalien eben so gut, wie die Erden Nichtleiter der Elektricität; allein jene schmelzen sehr leicht, und werden daher Leiter; die Unschmelzbarkeit der Erden macht es dagegen unmöglich, auf sie in diesem Zustande einzuwirken, und auch das Wasser wirkt nicht auf sie. Es ist daher nach Herrn Davy die einzige Methode, welche gelingen kann, durch Elektricität auf einige ihrer Verbindungen einzuwirken, oder sie in dem Augenblicke, in welchem sie durch die Elektricität zersetzt werden, an ein anderes Mittel zu binden, welches es zuläßt, ihre Natur und ihre Eigenschaft mit Zuverlässigkeit zu erforschen.

Nach mehreren Versuchen, welche Herr Davy mit der alkalischen Erde auf letzterwähnte Art anstellte, und ihm nicht ganz genügende Resultate gaben, mengte er die alkalischen Erden mit Zinnoxyden, Eisenoxyden, Bleyoxyden, Silberoxyden und Queckſilberoxyden. Auf solche Gemenge ließ er nun die galvanische Elektricität einwirken, und die Resultate, welche darauf erfolgten, waren lange nicht so unzweydeutig, wie die vorhergehenden, indem dadurch Metallgemische erhalten wurden, welche offenbar einen Bestandtheil enthielten, den die zersetzten Erden hergegeben hatten.

Herr Davy erhielt aber im Anfange des Jun. des Jahres 1808 vom Herrn Berzelius aus Stockholm die Nachricht, daß es ihm mit dem Herrn D: Pontin gelungen sey, Baryt und Kalk zu zersetzen; er habe sie in

Digitized by Google

Berührung mit Queckſilber negativ elektriſiret, und auf dieſe Art habe er Amalgame aus den Metallen dieſer Erden erhalten. Dieſer Verſuch wurde von Davy mit glücklichem Erfolge wiederholet. Auf eine ähnliche Art zerlegte er auch die Talkerde und Strontianerde; und es gelang ihm, das Queckſilber durch Deſtillation zum Theil abzuſcheiden.

Durch dieſelbe Behandlung mit der Alaunerde, Kieſelerde, Zirkonerde und Beryllerde erhielt er keine evidente Ueberzeugung von irgend einer Veränderung. Wurden aber dieſe Erden mit im Fluß ſtehenden Kali, oder Natrum verbunden, und der Wirkung der galvaniſchen Elektricität ausgeſetzet, ſo ergaben ſich Erſcheinungen, welche ihre Zerſetzung und die Bildung metalliſcher Grundlagen anzeigten.

Nachher iſt es auch dem Herrn Davy gelungen, die Erden durch blos chemiſche Wirkung zu zerſetzen, indem man ſie einer hohen Temperatur ausſetzet, und auf ſie das Kalium entweder allein, oder mit Queckſilber, oder Eiſenfeile wirken läßt. Das Kalium ſteigt in Dampfgeſtalt durch die bis zum Weißglühen erhitzten Erden, und man bringt Queckſilber in die Röhre, in welcher ſie ſich befinden; dies vereiniget ſich mit den Metallen.

Aus den alkaliſchen Erden insbeſondere wurden durch die Einwirkung des Kaliums und Queckſilbers feſte Amalgame erhalten, in welchen ſich die metalliſche Baſis der Erden mit dem Queckſilber verbunden hatte. Dann als er dieſe Amalgame einer weitern Unterſuchung ausſetzte, und ſie von dem Queckſilber zu befreyen ſuchte, ſo ergaben ſich ſo unverkennbare Merkmale einer metalliſchen Grundlage, welche jene Erden an das Queckſilber mußten abgegeben haben, daß, wenn man auch gleich dieſe Grundlagen bis jetzt noch nicht ganz rein und in völliger Trennung von dem Queckſilber hat darſtellen können, an dem wirklichen Daſeyn derſelben gar kein Zweifel mehr ſtatt finden kann. M. ſ. den Artikel Metalle.

Digitized by Google

Erdkugel (Hutt. z. S. nach Th. II.). Was die Dichtigkeit unserer Erde betrifft, so hatte D. Hutton dieselbe zu 4,481 und Cavendish zu 5,48 bestimmt. John Playfair *) vermuthete, daß diese Bestimmungen über die Dichtigkeit der Erde noch nicht genau genug wären, obgleich H. Hutton die seinige aus den vortrefflichen Beobachtungen des D. Maskelyne, die er im Jahre 1774 an dem Berge Shehallien in Schottland angestellet, gezogen habe. Es schien ihm blos zu fehlen, um die Dichtigkeit der Erde möglichst genau zu bestimmen, daß man eine genauere Kenntniß der specifischen Gewichte der Gebirgsarten, aus welchen dieser Berg bestehet, besäße. Der Shehallien und alle benachbarte Berge bestehen aus Urgebirgsarten, die größtentheils in großen parallelen Platten oder Schichten gelagert sind, welche fast ganz auf dem Kopf stehen, und von Südost nach Nordwest steigen. Ein großer Theil des Berges, und zwar der höchste besteht aus sehr hartem, dichten und homogenen körnigen Quarze, tiefer herab enthält er an allen Seiten Schiefer mit viel Glimmer und Hornblende, und hier ist die Lagerung in parallelen senkrechten Schichten sichtbarer, als in dem körnigen Quarze. Außerdem findet sich nach der Basis des Berges herab ein körniger, und glimmriger, höchst krystallinischer Kalkstein, welcher an einer Stelle oder zweyen zu bedeutender Höhe ansteigt, und ebenfalls geschichtet ist. Uebrigens kommen Adern oder Rücken von Porphyr und Grünstein vor, welche den Berg in verschiedenen Richtungen durchsetzen. Playfair in Gemeinschaft mit Lord Seymour fanden aus dreyzehn Varietäten des körnigen, sandsteinartigen Quarzes, woraus der Gipfel bestehe, das specifische Gewicht derselben zwischen 2,61, und 2,66, und das Mittel 2,639876. Zehn Varietäten Glimmer- und Hornblendschiefer variirten zwischen 2,718 und 3,064, und fünf Varietäten des Kalksteins zwischen 2,690 und 2,834, und das Mittel aus den Schiefer- und Kalkstein-Varietäten heraus 2,781039.

*) Philos. Transact. of the Roy. societ of London for 1811. P. 2.

Setzt man nun die mittlere Dichtigkeit der Erde = d, so wird die Anziehung der ganzen Erde auf das Bleyloth am Fuße des Shehallien gemessen durch folgende Größe: 87522720 d. Und bezeichnet Δ die mittlere Dichtigkeit des körnigen Quarzes, und δ die der Glimmer- und Kalksteinartigen Gebirgsarten des Shehallien, so findet man unter der Voraussetzung, daß die Gebirgsart der Oberfläche überall bis unter die Grundfläche des Berges hinab, senkrecht in die Tiefe setzt, die Größe der Anziehung des Shehallien auf das Bleyloth im südlichen Beobachtungsorte = 5782,104 Δ — 1903,909 δ, und auf das Bleyloth im nördlichen Beobachtungsorte = 7961,022 Δ — 3127,005 δ; folglich die Summe der Anziehungen an beyden Beobachtungsorten = 13843,126 Δ — 5030,214 δ.

Nun hat D. Maskeline durch genaue Beobachtung gefunden, daß die Summe der Ablenkungen des Bleylothes aus der Richtung der Schwere an den beyden Beobachtungsörtern, welche an entgegengesetzten Seiten des Berges liegen, 11,6 Sekunden betrug. Folglich verhält sich die Anziehung des Erdkörpers zu der Summe der Anziehungen des Shehallien an den beyden entgegengesetzten Seiten des Berges, wie 1 : tang. 11″, 6, d. i. wie 1 : 0,000056239 oder wie 17781 : 1, oder wenn wir nur auf die Schwungkraft der Erde sehen, wie 17804 : 1. Man erhält also folgende Proportion:

17804 : 1 = 87522720 . d (13843,126 Δ — 5030,214 δ),

und es ist also

$$d = \frac{13843{,}126\,\Delta - 5030{,}214\,\delta}{4915{,}902} = 2{,}816\,\Delta - 1{,}023\,\delta.$$

Setzt man nun Δ = 2,639876 und δ = 2,81059, so erhält man die mittlere Dichtigkeit der Erde d = 4,55886.

Nimmt man dagegen an, daß blos der Gipfel des Shehallien, vom Rinken der Beobachtungsörter an, aus körnigem Quarze, der mittlere Theil des Berges auch im Innern aus Glimmerschiefer besteht, so findet

Digitized by Google

sich, nach Herrn Playfair's Revision der Berechnungen Hutton's, die Größe der Anziehung des Shehallien auf das Bleyloth an dem südlichen Beobachtungsorte = 2474,389 Δ + 1404,596 δ und das Bleyloth im nördlichen Beobachtungsorte = 2467,674 Δ + 2466,347 δ, folglich die Summe der Anziehung an beyden Beobachtungsorten = 4942,064 Δ + 3870,853 δ. Und daraus ergiebt sich

$$d = 1,0053\,\Delta + 0,78743\,\delta = 4,866997.$$

Dieses mittlere specifische Gewicht der Erde übertrifft also das aller Edelsteine, und hält fast das Mittel zwischen den Bestimmungen D. Hutton's zu 4,48. und Cavendish's zu 5,48. Und sehn wir blos auf die Beobachtung am Shehallien, so ist die mittlere Dichtigkeit der Erde höchst wahrscheinlich größer als 4,5588 und kleiner als 4,867.

Zu wünschen wäre es allerdings noch, daß dieser für die physische Astronomie so wichtige Gegenstand durch mehrere Versuche genau bestimmt würde. Solche Bergmassen, die besonders aus einerley Gebirgsarten bestehen, sind zu Versuchen dieser Art vorzüglich geschickt.

(Zus. z. S. 252. Th. II.) Ueber die Entstehung unserer Erde hat man verschiedene Hypothesen aufgestellet, welche größtentheils sich auf die gemachten Erfahrungserkenntnisse gründen, welche zu der Zeit bekannt waren. Erfahrungen geben uns aber eine apodiktische Gewißheit, und es ist daher eine natürliche Folge, daß sich beym Fortschreiten der Erfahrungen die Hypothese über die Entstehung der Erde danach modelt, und daß wir, wie schon Sullivan ganz richtig bemerket hat, nie objective Gründe für die Schöpfung unserer Erde auffinden werden. Indessen geben die größern Fortschritte von wirklichen Erfahrungen unserm Geiste immer mehr Gründe, alle diese Thatsachen in ein harmonirendes Ganze zu vereinigen, und eine Hypothese über die Entstehung der Erde aufzustellen, welche unsern Verstandesbegriffen nicht widersprechend ist, und daher für uns eine subjektiv nothwendige Hal-

Digitized by Google

Dunkelheit hat. Wenn wir gleich von einer solchen haltbaren Hypothese noch weit entfernet sind, so ist es doch gewiß dem Naturforscher wichtig, mit dem Fortschreiten der Thatsachen auch die vorzüglichsten Meinungen derjenigen zu kennen, welche dieselben zur naturgemäßern Erklärung über die Entstehung unserer Erde gebrauchet haben.

2. Die meisten Naturforscher haben von jeher angenommen, daß unsere Erde anfänglich im flüssigen Zustande gewesen sey. Welche ursprüngliche Flüssigkeit sie aber gehabt habe, darüber sind die Meinungen verschieden. Einige und die meisten, z. B. de Luc, Kirwan, de la Metherie u. s. haben sie in ihrem ursprünglichen Zustande wasserflüssig, andere, wie z. B. la Grange u. s. lufsörmig flüssig, und endlich noch andere feuerflüssig gehalten. Unter denen, welche vorzüglich der letztern Meinung zugethan sind, zeichnet sich besonders Herr Scipio Breislak *) aus. Zuerst sucht er aus unbezweifelten Thatsachen unwahrscheinlich zu machen, daß der Grundstoff der Erde im Wasser aufgelöset gewesen sey, durch die Beyhülfe irgend eines Auflösungsmittels, und daß aus den bekannten Bedingungen eine von den Neptunisten angenommene allgemeine Krystallisation der festen Körper erfolget seyn könne. Er zeiget, daß alle geologische Hypothesen, welche die wässerige Flüssigkeit zur Grundlage haben, unüberwindlichen Schwierigkeiten unterworfen sind. Nachher wendet er sich nach der Hypothese, welche ihm wahrscheinlicher ist, nämlich daß der ursprüngliche Zustand unserer Erde feuerflüssig gewesen ist. Er nimmt aber eine solche Art von feuriger Flüssigkeit, welche blos eine Wirkung der allgemeinen Verbreitung des Wärmestoffs in der Erdmasse und in der verworrenen Zusammenhäufung aller Elemente ist, und unterscheidet sich daher von denjenigen, welche behaupten, daß die Erde im Zustande einer wirklichen Ver-

*) Lehrbuch der Geologie nach der zweyten umgearbeiteten französischen Ausgabe mit steter Vergleichung der ersten Parisianischen übersetzt und mit Anmerk. begleitet von A. v. Strombeck. Braunschweig, 1819. 8. 3 Bände.

Digitized by Google

brennlich sich befunden habe. Es scheint ihm sehr wahrscheinlich, daß wir unsere Erdkugel im Urzustande als eine Zusammenhäufung aller einfachen verbrennlichen Substanzen, der Erden, der Metalle und der chemischen Grundstoffe denken müssen. Die Elemente dieser formlosen Masse, bewegt durch die Anziehungskraft, hatten ein Bestreben sich zu vereinigen: aber der Wärmestoff, zerstreuet zwischen diesen Elementen, hielt sie in dem Zustande von Unruhe, Bewegung und Verwarrenheit, welcher so glücklich durch die Allegorie des Chaos dargestellet ist.

Wie aber nun eine aus heterogenen Materien bestehende Masse, die in allen ihren Punkten durch Verbreitung des Wärmestoffs erhitzt ist, erkalten könne, ohne daß irgend ein Theil ihres Wärmestoffs sich von ihr trenne, erkläret Herr Priestley auf diese Art: Wenn sich unter den Stoffen, woraus jene Masse besteht, solche finden, welche eine zusammensetzende Verwandtschaft mit dem Wärmestoffe haben, oder wenn sie aus solchen Theilen besteht, die empfänglich sind, in einen veränderten Zustand überzugehen, indem sie sich mit einer größern Menge Wärmestoffs vereinigen. Wenn nun auf diese Art eine neue chemische Verbindung eintritt, so verändert sich der Zustand der Substanzen; die bisher freye Wärme wird gebunden; sie verliert ihre empfindbaren Eigenschaften, und so wird eine anscheinende Verminderung des Wärmestoffs und die Abkühlung des Körpers die Folge seyn.

Während der in der allgemeinen Masse verbreitete Wärmestoff sich in einigen Theilen derselben mit den festen Grundstoffen der Gasarten verband, entwickelten sich diese, und erhoben sich, fortgetrieben von eigener Elasticität und vom Andrange der untern Strömungen, über die Oberfläche der Kugel, welche solchergestalt in eine Atmosphäre oder in eine Zusammenhäufung gasartiger Materien eingehüllet wurde. Diese war anfänglich aus allen denjenigen Substanzen gebildet, welche die Gasform angenommen hatten; es war also die Atmosphäre

Digitized by Google

in ihrem Beginnen eine Zusammensetzung von Wasserstoff-, Sauerstoff-, Stickstoff- und Kohlenstoffgas. Obgleich nun solche Substanzen eine verschiedene Schwere haben, so konnten sie dennoch mit einander vermischt seyn, entweder durch wechselseitige Anziehung ihrer Theile, oder durch eine den Massen mitgetheilte allgemeine Bewegung, so wie wir noch jetzt in unserer Atmosphäre die Vermischung des Stickstoff- und des Sauerstoffgases, und selbst unter gewissen besondern Umständen, des Wasserstoff- und Kohlenstoffgases, erblicken. Bey der ersten Bildung des Dunstkreises war aber alles Verwirrung und Unordnung, denn außer der Einwirkung der übrigen Himmelskörper und den Ursachen, welche die Wendeluftströme der Winde sind, muß man noch die Heftigkeit in Betracht ziehen, mit welcher an verschiedenen Theilen der Erdkugel die Gasarten hervorbrachen, und eine starke Bewegung und Durcheinanderwälzung der Atmosphäre veranlaßten.

Welches auch die Meynung sey, die man über die Elektrizität annehme, so scheine es doch gewiß, daß sie für eine eigenthümliche Substanz angesehen werden müße, welche sich in der Natur in einer beständigen Kreisung befände: eine Kreisung, die bald ruhig und unmerklich sey, bald empfindbar und mehr oder weniger heftig, nach Maasgabe ihrer Menge und der Umstände ihrer Bewegung. Die Urmasse der Materie war unstreitig dieser Substanz nicht beraubt, und mit den übrigen chemischen Grundstoffen der Körper, dem Wärmestoffe u. s. w. war gewiß auch sie vorhanden, die auch auf eine besondere Art die Bildung und Zersetzung mehrerer Verbindungen beförderte.

Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß, während der Wärmestoff sich mit andern Grundstoffen verband, und so die Oberfläche der Erdkugel fest ward, sich auch Ströme elektrischer Materie, die außer Gleichgewicht gesetzet, entwickelt; daß sie als Blitzstrahlen einhergefahren, und daß durch ihr Zusammentreffen mit dem Sauerstoff,

Digitized by Google

und Wasserstoffgase Verpuffungen und Explosionen entstanden: — so die Entstehung des Wassers. Die Gasarten, welche Verwandtschaft mit dem Wasser haben, wurden von diesem angezogen, trennten sich von der Atmosphäre, und wurden durch andre Gasarten ersetzt, die sich aus der Kugel, die stets fest zu werden fortfuhr, entwickelten.

Die Wassermassen, welche auf die annoch glühende Erde herabstürzten, wurden in Dünste verwandelt, die durch ihre Vereinigung mit andern wässerigen Dämpfen, so der Erdball hervorbrachte, die Unordnung im Dunstkreise annoch vermehrten, und die Bewegung der Elektricität modificirten. Dieses furchtbare Spiel der Blitze schießenden Elektricität, der Wasserströme, die dem Dunstkreise entstürzten, dieser Müssen von Dampfwolken, die sich von der glühenden Erde emporhoben, dieser Ströme von Gas, die aus der Kugel hervorbrachen, mußte so lange dauern, bis die Oberfläche der Erdkugel einen bedeutenden Grad von Festigkeit und Kühlung empfangen hatte.

Als nun die gasartigen und elektrischen Entwickelungen aufgehöret, oder wenigstens sich vermindert, die Dünste sich verdickt hatten, die Atmosphäre von der Menge fremdartiger Substanzen befreyet war, und die Wassermassen sich in die niedrigsten Gegenden der Oberfläche zurückgezogen, da erschienen zum ersten Male Ruhe und Frieden auf der Menschen künftigem Wohnorte, welcher von dieser Zeit an durch theilweise Umwälzungen beunruhigt ward.

Auch ist es wahrscheinlich, daß außer den Verbindungen, wodurch das Wasser hervorgebracht wurde, noch mehrere andere Statt finden konnten, woraus mannichfaltige Zusammensetzungen erwuchsen; und wahrscheinlich war es eben zu dieser Zeit, als sich verschiedene Säuren bildeten. Wenn der Sauerstoff und der Wasserstoff die sauermachenden Grundbestandtheile sind, so ist es sehr wahrscheinlich, daß eine große Menge Säuren in einem

Digitized by Google

Zeitraume ihr Daseyn erhielten, wo bey der allgemeinen Bewegung sämmtlicher chemischer Grundstoffe diese sehr leicht mit den passenden Basen zusammenzutreffen vermochten. Diese Säuren mußten so lange die Erde im glühenden Zustande blieb, die Gasform beybehalten und einen Theil des Dunstkreises ausmachen, von welchem sie sich in der Folge trennten, indem sie von dem Wasser verschluckt wurden. Bey der großen Verwandschaft der Säuren zu einer Menge von Substanzen konnten sie nicht lange in Freyheit bleiben, und so ist es denn ohne Zweifel diese Periode gewesen, welcher eine große Anzahl salziger Substanzen ihre Entstehung verdankt. Diese verbanden sich entweder mit den Felsarten, deren Bildung begann, oder sie wurden in der Urmassermasse aufgelöset, und theilten ihr den Salzgehalt mit, den sie stets behalten hat; denn eben diejenigen Verbindungen, welche ursprünglich zu einer Zeit der äußersten Unruhe bewirkt wurden, haben auch jetzt noch im ruhigen und regelmäßigen Laufe der Natur statt.

Bey dieser Hypothese über die Entstehung der Erden kam es noch nun darauf an, ob der durch die neuen Verbindungen gebunden gewordene Wärmestoff hinreichend gewesen ist, die Erde im Zustande der Schmelzung zu erhalten. Um darüber einen ungefähren Ueberschlag zu machen, nimmt Herr Breislak die Thatsache an, daß derjenige Wärmestoff, welcher in Einem Pfunde Sauerstoffgas enthalten ist, wenigstens 66 Pfund Eis zu schmelzen im Stande ist. Da nun Ein Pfund Eis, um flüssig zu werden, so viel Wärmestoff verschluckt, als erforderlich ist, um Einem Pfunde flüssigen Wassers von 0 Grad Réaum. eine Wärme von 60° Réaum. mitzutheilen; so ist der in Einem Pfunde Sauerstoffgas enthaltene Wärmestoff auch hinreichend, eine Wärme von 60 Grad Réaum. 66 Pfunden flüssigen, aber 0 Grad Réaum. kalten Wassers zu ertheilen. Wenn man nun, nach de la Metherie Bestimmung, das Gewicht unserer Atmosphäre auf 905281983440316800

Digitized by Google

Pfund setzt, wovon ohngefähr der fünfte Theil Sauerstoffgas und der übrige Theil Stickstoffgas ist, so erhelle hieraus, daß die Bildung dieser beyden Gasarten, aus welchen unsere Atmosphäre bestehe, hingereicht haben würde, eine Masse von Wärmestoff, so groß man sie auch annehmen möge, aufzuzehren. Der bekannte Versuch mit dem pneumatischen Feuerzeuge beweise, daß eine Zusammenpressung, so wie wir sie mit einem Handstoße in einem geringen Luftvolumen hervorbringen könnten, hinlänglich sey, eine Hitze zu entwickeln, die entzündbaren Körper in Flamme zu bringen. Wenn eine solche Hitze sich aus einer geringen Menge Luft durch eine mäßige Zusammenpressung entwickele, so denke man sich, wenn es möglich sey, was geschehen würde, wenn die ganze Atmosphäre zur Festigkeit zurückgebracht werden könnte.

Was für ein Ergebniß würde aber erfolgen, wenn man gar den Wärmestoff berechnete, welcher im Wasser gebunden blieben ist und ihm Flüssigkeit verleihet? Die gesammte Masse des Meereswassers ist auf 5509 1600 Cubikmeilen geschätzet worden, die Meile zu 2283 Ruthen gerechnet. Hierzu muß man noch das Wasser der Seen, der Flüsse und dasjenige rechnen, welches auf der Erde und in Dampfform in der Atmosphäre in Kreisung ist. Wenn nun das Wasser aus der Verbrennung des Wasserstoff- und Sauerstoffgases entsteht; was für eine unermeßliche Menge dieser beyden Gasarten mußte nicht bey der Bildung des Wassers aufgezehrt werden? indem der D. Clarke durch seine Versuche erwiesen habe, daß eine Mischung des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoffgase, in dem genauen Verhältnisse, um Wasser zu bilden, einen Hitzgrad erhalte, welcher die Kraft besitze, auch die allerwiderspenstigsten Körper zur Schmelzung zu bringen. Herr Breislak bemerket, daß ihm eingewandt worden: weil die beyden Gasarten bey der Wasserbildung aus dem luftförmigen Zustande in den der tropfbaren Flüssigkeit eine sehr große Menge Wärmestoff entbunden haben müßten, so müsse derselbe wieder zur allgemeinen Masse, von

Digitized by Google

welcher er getrennt worden, zurückgekehret seyn. Es sey dies zum Theil wahr, aber es sey aber auch nicht weniger wahr, daß eine sehr große Menge dieses Wärmestoffs gebunden geblieben sey, um dem Wasser den Zustand der Flüssigkeit zu verleihen.

Nähme man nun an, alle flüssige und gasartige Substanzen wären fähig, auf einmal fest zu werden: könnte die unberechenbare Menge Wärmestoffs, welche frey wurde, nicht fähig seyn, unsern Planeten zu schmelzen? Hiebey bemerket Herr Breislak, daß man jedoch, ohne eine Quelle von Wärmestoff vorauszusetzen, der Vermehrung nicht Raum geben könne, daß die Erde zu Gas werden, oder zu einer Masse elastischer Flüssigkeiten aufgelöst werden könne; weil, so wie diese sich allmählig bildeten, die freye Wärme gebunden werden, und die Materie von neuem eine feste Form annehmen würde. Er glaubet, daß diejenigen Naturforscher, welche dafür halten, daß unser Planet ursprünglich aus lauter gasförmigen Flüssigkeiten zusammengesetzt gewesen, sehr in Verlegenheit seyn würden, wenn sie angeben sollten, auf was für eine Art der Wärmestoff verwendet worden, als die Grundlagen der elastischen Flüssigkeiten zur Festigkeit übergiengen; vorzüglich wenn man bedenkt, daß dieser Wärmestoff gezwungen war, den Gesetzen der Anziehungskraft zu folgen, die ihn stets zur Erdkugel trieben, und seine Trennung von derselben nicht erlaubten. Im Gegentheil bey der Hypothese der nur feurigen Flüssigkeit, welche durch die Verbreitung des Wärmestoffs in der Masse der Elemente bewirkt wurde, könne man die Abkühlung und Festwerdung der Erdkugel aus der Hervorbringung der steten elastischen Flüssigkeiten, welche die Atmosphäre bilden, aus der Bindung des Wärmestoffs, der sowohl in den steten elastischen Flüssigkeiten, als in den Dämpfen und in vielen andern Substanzen statt haben mußte, erklären.

Gegen die vom Herrn Breislak angenommene Behauptung, daß, wenn die in der gesammten Erdmasse

Digitized by Google

jetzt vorhandene Wärmematerie sich entwickelte und frey würde, dieselbe hinreichend seyn würde, die Erde wieder in den Zustand der feurigen Flüssigkeit zurück zu bringen, hat Herr Pini *) erhebliche Einwendungen gemacht. Er sagt, wenn man zur Erleichterung der Rechnung den gesammten Druck unserer Atmosphäre auf die Erdfläche durch 1,000000,000000,000000 Pfund ausdrücke, so sey hiedurch der Wärmestoff schon sehr vermehrt; allein er wolle noch eine andere Vermehrung dadurch hinzuthun, daß er annehme, die ganze Atmosphäre bestehe aus Sauerstoffgas. Wenn nun Ein Pfund Sauerstoffgas 66 Pfund Eis schmelze, oder so viel Wasser von 0 Grad zu 64° Réaum. erhöhe, so müßte Eine Trillion Pfunde Sauerstoffgas 66 Trillion Pfunde Eis schmelzen, oder so viel Wasser von 0° bis zu 60° Réaum. erhöhen können. Um aber recht freygebig zu seyn, wolle er dem Sauerstoffgase noch eine Trillion Pfunde hinzusetzen, und annehmen, daß von der Masse aller uns bekannten Gasarten so viel Wärmestoff zu entwickeln sey, daß dadurch 67 Trillionen Pfund Eis geschmolzen werden könnten. Es würde also der Wärmestoff der jetzt vorhandenen Gasarten, wenn er sich insgesammt entwickelte, die Masse der Erde nicht anders schmelzen, oder Wasser von 0° bis zu 60° Réaum. erwärmen können, als nur dann, wenn sie aus 67 Trillionen Pfunden bestände. Es überschreite aber die Masse der Erde nach der Berechnung des Herrn de la Metherie das Gewicht von 9 Millionen Pfunden, und diese könne von dem Wärmestoffe der Gasarten nicht aufgelöset werden, wenn man auch annehmen wollte, daß die Erde eben so schmelzbar als Eis sey. Um jedoch Steine und andere feste Körper, zu schmelzen, aus welchen größtentheils die Erde bestehe, sey eine ungleich stärkere Hitze nöthig, als um Eis zu schmelzen. Es sey daher allen Wärmestoff, der jetzt mit den verschiedenen Körpern unserer Erde verbunden sey,

*) Saggi di storia geologica. Milano 1811. 8. 2 B.

Digitized by Google

völlig unzureichend, den Erdkörper in den Zustand feuriger Flüssigkeit zu setzen.

Herr Breislak beantwortet Pini's Berechnung auf eine nicht völlig befriedigende Art. Er findet für nöthig, darauf aufmerksam zu machen:

1. Daß, wenn die Menge des Wärmestoffs, die in allen gasförmigen und flüssigen Substanzen außer dem Sauerstoffgase, vorhanden ist, auf $\frac{1}{5}$ desjenigen berechnet wurde, der allein in diesem Gase enthalten, dann eine solche Annahme viel zu niedrig scheine. Man sehe nicht ein, wodurch diese Rechnung begründet werde; besonders wenn man in Betrachtung ziehe, daß der Stickstoff $\frac{4}{5}$ unserer Atmosphäre ausmache. — Der Uebersetzer Herr von Strombeck bemerket hiebey aber ganz richtig, daß Breislak übersehen haben müsse, daß Pini angenommen habe, unsere Atmosphäre bestehe ganz allein aus Sauerstoffgas. —

2. Daß Pini in seiner Berechnung nur diejenige Menge Gas in Betracht ziehe, woraus die Atmosphäre gebildet sey, diejenige aber außer Acht lasse, welche sich unter der Oberfläche der Erde befinde. Es sey gewiß, daß, zu welcher Tiefe man hinabsteige, man Luft antreffe, deren Masse in einem gegebenen Volumen um so größer sey, je tiefer sie sich befinde, wegen des von den obern Luftschichten auf sie ausgeübten Druckes. Erwäge man nun noch die übrige Menge der Flüssigkeiten, welche im Innern der Erde verbreitet seyn, und füge dazu die der obern Atmosphäre, werde sich das Produkt dann nicht unendlich vermehren? — Doch bemerket er dabey, daß die unter der Oberfläche der Erde befindliche Luft wegen ihrer größerer Dichtigkeit auch eine geringere Menge specifischer Wärme enthalten könne.

3. Sey zu bemerken, daß Pini's Berechnung auf falschen Grundsätzen beruhe, indem er annehme, daß diejenige Menge Wärmestoffs, welche dem Wasser den Wärmemaas von z. B. 75° verleihe, dieselbe Wirkung auf die Erdmasse hervorbringen müsse. Es sey aber bekannt,

Digitized by Google

wie verschieden die Capacitäten der Körper seyn, und daß die Capacität des Wassers weit größer sey, als die der erdigen und metallischen Substanzen; so daß es möglich sey, daß es Umstände gebe, unter welchen diejenige Menge Wärmestoffs, welche hinreichend ist, einer Wassermasse das Wärmemaaß von 75° zu verleihen, im Stande sey, einer gleich großen Masse irgend eines andern Stoffs, oder einer andern Mischung, eine Wärme von 750 Graden zu geben.

Ueberhaupt sey aber hier von einem solchen physischen Problem die Rede, welches einer auf Berechnung gestützten Auflösung nicht fähig sey, und wir müßten uns begnügen, ob sie als möglich oder unmöglich angenommen werden könne. So wie mir aber auf der einen Seite eine Menge auf die höchste Wahrscheinlichkeit gegründeter Vermuthungen den Glauben bewirken müßten, daß der Urstoff der Erde durch die Kraft des jetzt mit den Körpern chemisch verbundenen Wärmestoffs in einem Zustande feuriger Flüssigkeit gewesen sey; eben so zeige eine so einfache als strenge Berechnung die absolute Unmöglichkeit, daß je die Erdmasse im Wasser habe aufgelöset seyn können.

Wenn man endlich mit einem von jenem Vorurtheil freyen Geiste die hier in Frage stehenden beyden Hypothesen vergleiche, so wage er zu behaupten, daß man bald einsehen werde, welche mit dem gegenwärtigen Zustande unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse am meisten zusammenstimme und also vorgezogen zu werden verdiene.

Der Herr Prof. Steinhäuser *) stellt sich unsere Erde als eine Hohlkugel vor, in deren Innern sich Körper nach regelmäßigen Gesetzen bewegen. So gedenket er sich einen großen Magnet, der in der innern Höhlung der Erde sich regelmäßig fortbeweget, wovon vorzüglich die Abweichung der Magnetnadel abhängt.

Was das Alter unserer Erde betrifft, so ist man erst in den neuesten Zeiten auf physische Ereignisse aufmerksam

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LXI. S. 75. f.

Digitized by Google

geworden, welche mehr darüber sichere Aufschlüsse zu geben scheinen, als die Mosäische Geschichte. Es scheinen selbst diese Begebenheiten dahin zu deuten, daß unsere Erde nicht auf einmal, sondern periodenweise entstanden ist. Besonders merkwürdig sind diejenigen Perioden, welche die Wasserbedeckungen in sich begreifen, welche unsere Erde mehr als einmal erlitten hat, und wovon wir aus der Geschichte nur die letzte unter dem Namen der Noachischen Sündfluth kennen. Diese verschiedenen Zeitperioden geben die unläugbarsten Beweise ab, daß unsere Erde viel älter ist, als man sonst gewöhnlich glaubt. Herr Kirchner *), Hofbauinspektor zu Weimar, hat mit vielem Fleiße alle diese Data zusammengesammelt, welche dazu dienen, aus physischen Gründen einen Schluß auf das hohe Alter unserer Erde zu machen. Seine Untersuchungen ergeben folgendes: Die älteste Periode, welche die Erde in ihrer Bildung gehabt hat, betrifft die Entstehung der Urgebirge. Diese machen gleichsam den Kern der Erde aus. So weit man nämlich in diese hat eindringen können, ist nirgends eine Spur einer daselbst bestandenen und untergegangenen Vegetation gefunden worden. Ueberall bestehen die Urgebirge als rohe Felsenmassen ohne alle Ueberreste von thierischen Körpern, welche über dem Urgebirge häufig gefunden werden. Man findet sogar auch nichts von Geschöpfen, welche ihren Aufenthalt blos im Wasser haben. Ein Beweis, daß damals, als die Urgebirge entstanden, die Erde ohne alle organische Bildung mit weiter nichts, als eine rohe Masse war. Ueberall in allen Theilen der Erdoberfläche gehen die Urgebirge zu Tage aus. Sie erheben sich auch zu ungeheuren hohen Felsenklüften, und ragen an verschiedenen Stellen der Erde gleichsam wie Thürme auf den neueren Gebirgsmassen, welche vom Wasser zwischen dieselbe eingeschwemmt zu seyn scheinen, empor. Die Erde muß also bey der Entstehung der Urgebirge eine außerordentlich

*) Das Alter der Erde, mit einer Tafel. Weimar. 8. 1 Alph.

hen Wasserbedeckung erhoben haben, und der sich die Urgebirgsmassen niedergeschlagen und gelagert haben.

Die Wasserfluthen müssen sich nach und nach verzogen, und die Oberfläche der Erde zum Theil in das Trockene gestellt haben. Dieses bemerken wir an dem Todtliegenden, welches gleichsam die zweyte Schale der Erde ist. Die Urgebirgsmassen, welche sich hin und wieder mächtiger und höher aufgelagert haben, ragen zwischen dem Todtliegenden empor, und dieses behauptet überall auf der Erde ein niederes Niveau. Das Todtliegende hat überall das Ansehen, als wenn die Gewässer beym Abgehen von der Erde die Trümmer und die Schutten von den Urgebirgen in die tiefen Stellen geführt und das Todtliegende damit gebildet haben. Das Todtliegende stellt demnach eine zweyte Periode vor, welche die Erde erlitten hat, nämlich eine starke Verminderung des Wassers, wo die Oberfläche der Erde das erste Mal zum Theil in das Trockene gestellet worden ist. Hier zeigt sich die erste Spur und gleichsam der Keim zur folgenden Organisation und vegetabilischen Bildung unserer Erde. Nichts als wenige Ueberreste von Farrenkräutern, die nur in Steinmassen und Felsenklüften hervorwachsen — Algen, Scharfmoose, die sich auch jetzt noch auf dem nackten und rohen Erdreiche erzeugen. — Und Thierpflanzen, welche auch auf der untersten Stufe der organischen Bildung stehen, findet man hier im versteinerten Zustande.

Hierauf folgt eine dritte Periode. Eine zweyte Wasserbedeckung hat, nachdem die Oberfläche der Erde zum Theil trocken gestanden hatte, wieder statt gefunden, bey welcher die ältern Flötzgebirge sich gelagert und gebildet haben. Mannichfaltige Ueberreste von Conchylien-Hüllen von Schalthieren, die aber alle ihren Aufenthalt nur im Wasser haben, findet man hier. Ein Merkmahl von einer gröbern organischen Ausbildung unserer Erde.

Nach dieser hat eine vierte Periode statt gefunden, eine stärkere und vielleicht gröbere Wasserverminderung

Digitized by Google

als sich je auf der Erde zugetragen hat. Hier zeigt sich zuerst der Boden der Urwelt — Trümmer von mancherley Landthieren, Ueberreste von Menschen und deren Reste findet man hier — Pflanzen und Bäume aller Art sind hier, aber auf mancherley Weise verändert, zum Theil versteint, zum Theil im verkohlten Zustande, anzutreffen. Ob diese Periode aus einer oder mehreren bestanden hat, — ob die versteinerten und tieferliegenden Waldungen nicht bey einer andern Wasserbedeckung verschüttet sind, als die obern — ob sich die ältern Flötzgebirge aus einer oder mehreren Wasserbedeckungen gebildet haben, scheint bis jetzt noch nicht genug erforscht zu seyn. Eben so macht es sich sehr wahrscheinlich, daß die Urgebirge sich unter verschiedenen Wasserständen gebildet haben; daß die Gewässer auf der Erde sich verminderten, aber auch wieder vermehrten, so wie es nachher der Fall gewesen ist; daß z. B. der Porphyr sich in einer andern Ueberschwemmung oder Periode niederschlug, als die ältern Urgebirgsarten. Aber niemals ist von der Oberfläche so viel und so lange in das Trockene gestellt worden, daß Vegetabilien sich erzeugen konnten und niemals ist bey der Erzeugung der Urgebirge die Wasserverminderung so stark gewesen, als in den folgenden Perioden.

Nach der Wasserverminderung, welche die vierte Periode ausmacht, hat eine fünfte Periode in einer Erhöhung des Oceans statt gefunden, bey welcher der Boden der Urwelt verschüttet worden ist, und die Flötze des neuern Ursprungs sich gebildet haben. Endlich trat die letzte Wasserverminderung ein, welche die sechste Periode ausmacht. Man findet die kohlenhaltigen Erdlagen unter verschiedenen Niveaus. Die neuern sind allerdings diejenigen, welche man unter den neuerlich vom Wasser aufgeschwemmten Erdlagen antrifft. Die ältern scheinen die eigentlichen Steinkohlen-Flötze zu seyn. Ganze Wälder hat man versteinert und andere verkohlt in verschiedenen Tiefen unter einander gefunden. Wenn man nun bedenkt, daß zu jeder Bedeckung dieser vegetabilischen Ueberreste

Digitized by Google

eine Wasserfluth nothwendig war; daß zu jeder Erhöhung des Wassers auf der Erde eine Periode gehöret, so giebt dieses das Ansehen, daß auch die eigentlichen Flötzgebirge in verschiedenen Perioden gebildet worden sind; daß bey der Schaffung der Flötzgebirge das Wasser die Erde mehr als einmal überschwemmt hat, mehr als einmal trockenes Land gewesen ist, Pflanzen und Bäume vegetirt haben, verdorrt, verkohlt oder auch versteinert unter dem Schutt vergraben worden sind.

Steine, die Jahrtausende von den Wellen des Meeres hin und her, aus einer Gegend in eine andere gerollt worden sind, und dadurch alle Ecken und Winkel verloren haben, liegen nun Jahrtausende auf dem trockenen Lande. Man findet sie in der Erde und auf der Oberfläche. — Stücken Porphyr und Granit auf Stellen, wo die Natur schon näher andere Steinmassen und Erden hatte entstehen lassen — ganze Felsen von solchen abgerollten Steinen, und endlich, was das bewundernswürdigste ist, — Marmor, wo sie nun seit Jahrtausenden in einer unzertrennlichen Vereinigung sind. Wir zählen seit der letztern Ueberschwemmung 4111 Jahre. Rechnet man nun, daß diese Ueberschwemmung seit der Bildung der Erde nicht die einzige gewesen ist, daß es wohl drey, vier und wahrscheinlich mehrere solche Ueberschwemmungen und eben so viele Wasserverminderungen, also im Ganzen sechs, acht und mehrere Perioden gegeben hat; rechnet man, daß die vorigen Perioden größer, und die Jahre länger gewesen sind: so können wir nicht anders als mit Bewunderung den Schluß machen, wie viel tausend Tausende von Jahren müssen nicht seit der ersten Bildung der Erde verflossen seyn. —

Eudiometer (Zus. z. S. 381. Th. VI.). So viel man auch gegen das Salpetergas, als eudiometrisches Mittel, eingewendet hat, so behauptet doch Dalton *),

*) Memoirs of the litter. and philosoph. Society of Manchest. New Series. Vol. I. Manch. 1785.

Digitized by Google

daß es zu dieser Absicht nicht allein das bequemste, sondern auch eben so genau, als irgend ein anderes eudiometrisches Mittel, sey. Er bemerkt nur dabey folgendes:

1. Das Salpetergas kann ganz rein erhalten werden, wenn Salpetergeist, welcher mit einem gleichen Volumen Wasser verdünnt ist, auf Kupfer oder Quecksilber gegossen wird, wobey eine kleine oder nur sehr wenige künstliche Wärme angewendet werden darf. Der letzte Antheil von Gas, welches auf diese Weise erzeugt wird, enthält keine wahrzunehmende Menge von Stickgas; und auf jeden Fall läßt es sich sehr leicht mit höchstens 2 bis 3 Procent Stickgas gewinnen. Wahrscheinlich ist es denn auch frey von oxydirtem Stickgas.

2. Läßt man in eine 2 Zoll weite und 25 Zoll lange Glasröhre 36 Theile Salpetergas und dann 100 Theile atmosphärische Luft steigen, so verschwindet in wenig Minuten die Luftsäule bis auf 79 oder 80 Theile, und der Gasrückstand zeigt keine Spur mehr von Sauerstoffgas noch von Salpetergas.

3. Wenn man in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, welches so weit ist, daß die Luft, die man hineinläßt, nur eine sehr dünne Schicht über dem Wasser bildet, 72 Theile Salpetergas, und dazu 100 Theile atmosphärische Luft steigen läßt, und sogleich das Gefäß einen Augenblick schüttelt, so findet man wie zuvor, einen Rückstand von 79 bis 80 Theilen reinen Stickgas.

4. Je nachdem man in dem letztern Versuche weniger oder mehr als 72 Theile Salpetergas genommen hat, findet sich im Rückstande im ersten Falle Sauerstoffgas, im letztern Salpetergas.

Nach diesen Thatsachen glaubt Herr Davy die Theorie dieses Prozesses auf eine sehr einfache Weise zu folgern. Sauerstoffgas vereinigt sich nämlich mit Salpetergas nach zwey verschiedenen Verhältnissen zu verbinden, ohne daß irgend ein anderes Verhältniß dazwischen fällt, und zwar tritt das Sauerstoffgas ein-

Digitized by Google

mal gerade mit der doppelten Menge Salpetergas als das andere mal in Verbindung. Mit der einfachen Menge Salpetergas bildet es Salpetersäure, mit der doppelten Menge salpetrige Säure. Beyde Säuren können zugleich entstehen; in diesem Falle verbindet sich ein Theil des Sauerstoffgases mit noch einmal so viel Salpetergas, als der andere Theil, und es kann daher die Menge des Salpetergas, die von 100 Theilen atmosphärischer Luft verschluckt wird, von 36 bis 72 Theilen variiren. Dieses ist nach Dalton die Hauptursache der großen Verschiedenheit in den Resultaten der Versuche, welche die Chemiker über diesen Gegenstand angestellt haben. Es lassen sich in der That bey der Verbindung von Salpetergas mit atmosphärischer Luft von einerley Reinheit alle Gradationen von 36 bis 72 Procent wahrnehmen. Je weiter die Röhre oder das Gefäß ist, worin man beyde Luftarten mischt, desto mehr Salpetergas wird verhältnißmäßig von der atmosphärischen Luft verschluckt, und desto größer ist die Menge der salpetrigen Säure, desto kleiner die Menge der Salpetersäure, welche entsteht.

Beym Gebrauche des Salpetergases zur Eudiometrie kommt es also darauf an, daß entweder blos Salpetersäure oder blos salpetrige Säure gebildet werde. Nach Dalton's Versuchen scheint sich das erste leichter und zuverlässiger als das zweyte bewirken zu lassen. Das Haupterforderniß dabey ist eine enge Röhre, die nur so weit ist, daß sie so eben noch Luft durchs Wasser steigen läßt, ohne daß man des Schüttelns bedarf. Man lasse ein wenig mehr Salpetergas hinzusteigen, als nöthig ist, um mit dem Sauerstoffgas Salpetersäure zu bilden, schüttele die Röhre nicht, und lasse, wenn die Absorption für einen Augenblick einhält, sogleich das rückständige Gas in eine andere Röhre steigen: in dieser wird es sich nicht weiter vermindern. Alsdenn geben $\frac{24}{25}$ oder $\frac{7}{29}$ der Absorption die Menge des Sauerstoffgases, welche in der untersuchten Luft vorhanden war.

Digitized by Google

Das Umfüllen in eine andere Röhre ist nöthig, damit nicht die entstandene Salpetersäure, wenn sie sich im Wasser aufgelöset hat, etwas von dem rückständigen Salpetergas verschlucke, um damit salpetrige Säure zu bilden.

Herr Henry a), welcher Herrn Dalton um eine genauere Anweisung bat, wie man bey dem Gebrauche dieses Werkzeugs verfahren müsse, um genaue Resultate zu erhalten, bekam von demselben folgende Vorschrift: Um sich des Salpetergases in der Eudiometrie genau zu bedienen, wird blos erfordert, daß man beyde Gasarten, in einem verdünnten Zustande anwende, nämlich so, daß sie drey bis viermal ihr Volumen von Stickgas (welches bey der atmosphärischen Luft von Natur der Fall ist), oder einer andern Gasart enthalten, auf welche weder das Sauerstoffgas noch das Salpetergas wirken.

Wenn dies der Fall ist, so wird, sobald von dem einen Gas ein Ueberschuß angewandet wird, das andere Gas in wenigen Minuten absorbirt, und zwar in einem beständigen Verhältnisse, welches auch die Gestalt des Gefäßes, oder die Art sey, wie die Gasarten mit einander gemischt werden.

Das Verhältniß ist 1 Theil Sauerstoff gegen 1,7 Salpetergas, so daß $\frac{1}{2,7}$ der Verminderung über Wasser Sauerstoff; $\frac{1,7}{2,7}$ Salpetergas sind.

Nachdem der größere Theil der Verminderung erfolget ist, so ist es gut, die Mischung, ohne daß sie geschüttelt wird, unter Wasser in eine graduirte Röhre überzufüllen.

Wenn man reines Salpetergas zu reinem Sauerstoffgas in einer engen Eudiometerröhre treten läßt, so daß das Sauerstoffgas die oberste Stelle einnimmt, so vereinigen sich beyde fast in demselbigen gleichförmigen Verhältnisse wie vorhin; ist dagegen das Salpetergas

a) Epitome of experiment. Chemistry; the Fifth Edit. p. 179. übers. von Fris. Wolff. B. 1. S. 283.

Digitized by Google

das obere, so verschwindet eine weit geringere Menge, nämlich 1,24 Salpetergas gegen 1 Theil Sauerstoffgas.

Bringt man unverdünntes Salpetergas zu reinem Sauerstoffgas in einem weiten Gefäße, so findet die ganze Wirkung unmittelbar statt, und 1 Maas Sauerstoffgas wird 3,4 Salpetergas verdichten.

Folgendes Beyspiel kann zur Erläuterung dieser Regel dienen: Man lasse 100 Maas atmosphärische Luft zu 100 Maas einer Mischung aus Salpetergas mit gleichen Theilen Stickgas oder Wasserstoffgas treten. Nachdem sie einige Minuten im Eudiometer gestanden haben, wird man 144 Maas finden. Wird nun der Verlust 56 durch den Divisor 2,7 getheilt, so erhält man zum Quotienten fast 21, welches den Sauerstoff angiebt, der in 100 Maas atmosphärischer Luft enthalten ist.

Enthalten die gemengten dem Versuche zu unterwerfenden Gasarten eine größere Menge Sauerstoff als in der atmosphärischen Luft enthalten ist, so muß man das Salpetergas mit einem gleichen Volumen Wasserstoffgas verdünnen, und in diesem Falle wird, je enger die Röhre ist, in welcher der Versuch angestellet wurde, um so genauer das Resultat seyn.

Herr Gay-Lussac *) hat seinen Versuchen zu Folge gefunden, daß man Salpetersäure oder salpetrige Säure, und eine dem dreyfachen oder dem vierfachen Volumen des verzehrten Sauerstoffgas gleichkommende Absorption erhält, je nachdem in der Mischung der beyden Gasarten entweder das Sauerstoffgas oder das Salpetergas vorwaltet. Kommt es aber darauf an, der Luft allen Sauerstoff zu entziehen, so muß man das Salpetergas im Uebermaas zusetzen, und also eine Absorption bewirken, die dem vierfachen Volumen des Sauerstoffgas gleich ist. Bewerkstelligte man also, wie Dalton verlangt, die Mischung in einer sehr engen Röhre, so

*) Gilbert's Annalen der Physik B. XXXVI. S. 48. ff.

Digitized by Google

würde der entstehende salpetrigsaure Dampf nur sehr schwer vom Wasser verschluckt werden, weil er damit wenig in Berührung wäre, es würde daher nöthig werden, zu schütteln; dann wird aber auch Salpetergas verschluckt. Dies sey der Grund, warum man beim Vermischen von 100 Maas atmosphärischer Luft mit 100 Maas Salpetergas sehr veränderliche Absorptionen erhalten habe, aus welchen das Mittel 93 Maas betrug, indeß doch in der atmosphärischen Luft nur 21 Maas Sauerstoffgas enthalten waren, die Absorption also nicht mehr als 84 Maas hätte betragen sollen. Auch ist es nicht einerley, ob man das Salpetergas vor der andern Luft, oder nach ihr in die Röhre steigen läßt; denn ließe man es zuerst hineinsteigen, so könnte sich zugleich mit der salpetrigen Säure auch Salpetersäure bilden. Um daher alle mögliche Fehler zu vermeiden, giebt Gay-Lussac folgende Operation an:

Man nehme keine enge, sondern eine sehr weite Röhre oder ein Cylinderglas, fülle 100 Maas der zu untersuchenden Luft hinein, und lasse 100 Maas Salpetergas hinzusteigen. Es entsteht sogleich ein rother Dampf, der schnell verschwindet, ohne daß man schüttelt, und nach ½ oder höchstens 1 Minute ist die Absorption vollkommen vollendet. Man läßt nun den Gasrückstand in eine eingetheilte Röhre steigen, und hier findet sich die Absorption, wenn man atmosphärische Luft genommen hat, fast beständig 84 Maas, wovon der vierte Theil, also 21 Maas, die Menge des Sauerstoffgas anzeiget, welche in 100 Maas atmosphärischer Luft enthalten ist. Herr Gay-Lussac hat sehr viele Analysen dieser Art unter veränderten Umständen angestellet, und zwischen ihnen immer eine vollkommene Uebereinstimmung gefunden.

(Zus. zu S. 381. Th. VI.). Das Wasserstoffgas-Eudiometer des Herrn Volta ist nach den neuern Erfahrungen als eines der nützlichsten und vortheilhaftesten befunden worden. Das ganze Verfahren besteht darin,

Digitized by Google

daß eine bestimmte Menge der zu prüfenden Luft mit einer bestimmten Menge Wasserstoffgas in einer weiten gläsernen Röhre vermischt, und diese Mischung durch den elektrischen Funken entzündet wird; hiernächst beurtheilet man die Reinheit der Luft nach dem Volumen des Rückstandes, den man in einer graduirten Röhre mißt. Anfänglich hatte man diesem Eudiometer zur Last gelegt, daß es keine zuverlässigen Resultate, und besonders den Sauerstoffgehalt der Luft zu klein gebe. Die Herren Gay-Lussac und v. Humboldt *) haben aber gezeiget, daß dies Eudiometer eins von den besten sey. Es war ihnen vorzüglich um eine genügende Antwort folgender vier Fragen zu thun: 1. Kann, wenn man ein Gemenge aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas im Volta'schen Eudiometer entzündet, eine dieser beyden Gasarten vollständig absorbiret werden? 2. Ist das Produkt der Verbindung dieser beyden Gasarten beständig von einerley Natur? 3. Nach welchem Verhältnisse vereinigen sie sich zu Wasser? und 4. welches sind die Grenzen der unvermeidlichen Fehler beym Volta'schen Eudiometer? Um diese Fragen so genau als möglich zu beantworten, suchten sie durch die bekannten Mittel reines Sauerstoff- und reines Wasserstoffgas zu erhalten, und fanden, daß die Absorbtion des Sauerstoffgases, welche durch seine Verbindung mit dem Wasserstoffe hervorgebracht wird, als eine beständige Größe betrachtet werden kann, daß aber über diese Grenze hinaus eine sehr merkliche Verminderung in dem Verschwinden des Sauerstoffes statt findet, und daß bey gewissen Verhältnissen gar keine Entzündung statt findet. Ihren Versuchen zu Folge geben 100 Theile Wasserstoffgas, wenn sie mit 200 bis 900 Theilen Sauerstoffgas vermischt werden, durchgängig eine Absorbtion von derselben Größe, welche 146 beträgt. Wird aber diese Grenze überschritten, so wird die Absorbtion abnehmend; mengt man 100 Theile Was-

*) Journal de physique. Tom. LX. p. 192. 199.

Digitized by Google

serstoffgas mit 950 Theilen Sauerstoffgas, so ist sie nur 68, und nimmt immer mehr ab, je mehrere Theile vom Sauerstoffgas zu 100 Theilen Wasserstoffgas gemengt werden; ist endlich die Menge des Wasserstoffgases gegen die des Sauerstoffgases in dem Verhältnisse 1 zu 16, so findet gar keine Entzündung mehr statt.

Dieselben Erscheinungen ereignen sich auch umgekehrt, wenn man der Reihe nach 100 Theile Sauerstoffgas erst mit 200, dann mit 300 Theilen und s. f. mit 1000 und mehr Theilen Wasserstoffgas mengt und entzündet, nur mit dem Unterschiede, daß die Grenze, wo die Absorbtion constant zu bleiben aufhört, hier weiter hinaus liegt. Und dies erklärt sich sehr natürlich daraus, daß beym Entzünden in diesem Falle sich 300 Theile, im vorigen dagegen nur halb so viele Theile gegenseitig absorbiren.

Auch Stickgas und kohlensaures Gas geben ähnliche Resultate. Entzündet man z. B. eine Mischung aus 900 Theilen Stickgas mit 100 Theilen Wasserstoffgas und 100 Theilen Sauerstoffgas, so verschwinden nur 50 Theile, indeß bey einem geringern Theile von Stickgas stets die vollständige Absorbtion von 140 Theilen erhalten wurde. Sind auch noch fernere Versuche nöthig, diesen Gegenstand gehörig aufzuhellen, so beweisen doch die Versuche so viel, daß, wenn Mischungen aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas mit verschiedenen andern Gasarten gemischt werden, die Absorbtion bis zu einer gewissen Grenze constant seyn kann, über welche hinaus sie aber sehr schnell abnimmt.

Da die Absorbtion des Sauerstoffs und Wasserstoffs bey bestimmten Verhältnissen vollständig, bey andern aber es nicht ist, so wird man immer im Stande seyn, ein Gasgemisch der letztern Art in eines der erstern umzuändern, indem man ihm entweder Wasserstoff, oder Sauerstoffgas, oder auch beyde zusammensetzt. Derjenige Antheil von Gasarten, welcher nicht vollständig verbrennt, findet sich vollkommen im Rückstand wieder.

Digitized by Google

Was die zweyte Frage anlangt, so gab ihnen eine große Anzahl von Versuchen das Resultat, daß Wasserstoffgas und Sauerstoffgas beständig nach demselben Verhältnisse verschwinden, das eine oder das andere mag im Übermaße vorhanden seyn. Es ist daher nicht zu zweifeln, daß das Produkt des Verbrennens des Wasserstoffs stets von einerley Natur ist.

Um die dritte vorgelegte Frage mit Genauigkeit zu beantworten, haben sie zwey Reihen von Versuchen angestellet, aus welchen sich ergab, daß 100 Theile Sauerstoffgas (dem Volumen nach) nahe 200 Theile Wasserstoffgas zu ihrer Sättigung verlangen. Ueberdem überzeugten sie sich, daß Veränderungen der Temperatur auf das angegebene Verhältniß, wonach beyde Gasarten sich absorbiren, keinen Einfluß haben.

In Ansehung der vierten Frage war es ihnen leicht zu zeigen, daß sich mittelst des Volta'schen Eudiometers die kleinste Menge von Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas messen läßt. Da nämlich jedes Hundertel Sauerstoffgas sich durch eine dreymal größere Absorbtion giebt, so kommen die Fehler, welche man begeht, nur zu einem Drittel auf den Gehalt an diesem Gas, und besonders jetzt, da man sehr genaue Instrumente hat, welche ein Maas Luft in 300 gleiche Theile theilen, kann man, selbst wenn um einen ganzen Theil geirrt werden sollte, nicht viel über 0,001 im Sauerstoffgasgehalte der Luft, welche zerlegt wird, fehlen. Hieraus erhellet also, daß sich durch dieses Eudiometer nicht nur sehr geringe Unterschiede zwischen zwey verschiedenen Portionen atmosphärischer Luft auffinden lassen, sondern daß dadurch selbst im Stickgas oder Wasserstoffgas ein Antheil von wenig mehr als 0,003 Sauerstoffgas zu entdecken sey, obgleich im letztern Falle nicht unmittelbar, sondern erst nachdem man (um Entzündung und vollständiges Verbrennen bewirken zu können) eine gewisse Menge Sauerstoffgas hinzu gesetzt hat, für das man zuvor durch Versuche die Größe der Absorbtion mit Wasserstoffgas bestimmt haben

Digitized by Google

müßte. Ein Drittel von dem Unterschiede der Absorbtion in beyden Fällen gäbe die Menge des Sauerstoffgases in der untersuchten Luft.

Herr Berthollet der jüngere *) empfiehlt bey diesem Eudiometer noch einige Vorsichtsregeln, um die möglichste Genauigkeit im Resultate zu erlangen. Er führet an, daß man schon vor längerer Zeit bemerket habe, daß, wenn man in diesem Eudiometer über Wasser operirt, und das Instrument während des Verbrennens der Gasarten verschlossen hält, der Gasrückstand durch Luft vermehrt wird, welche sich aus dem Wasser in dem Augenblicke entwickelt, wenn man dieses in den leeren Raum hinauf steigen läßt, der durch die Detonation entstanden ist. Zahlreiche Versuche haben Herrn Berthollet belehret, daß sich aus dem Wasser in der That viel weniger Luft entwickelt, wenn das Eudiometer während des Detonirens offen bleibt, als wenn man es verschlossen hat; daß die Menge dieser Luft desto größer ist, je größer das Gasvolumen ist, welches man detonirt hat, bey einerley Verhältniß desselben zum Rückstande; und daß sich endlich von dieser Luft in eben dem Verhältnisse mehr entwickelt, als des Rückstandes im Verhältnisse des detonirten Gasgemisches weniger bleibt. Da auch noch mehrere andere Umstände auf die Menge der Luft, die in dem Eudiometer aus dem Wasser aufsteiget, Einfluß haben, so hat sie den doppelten Nachtheil, der Genauigkeit der Resultate hinderlich zu werden und viel Unregelmäßigkeit in die Resultate zu bringen.

Nach Herrn Berthollet's Versuchen kann man alsdann nur vergleichbare Resultate hoffen, selbst beym Detoniren in einem unverschlossenen Eudiometer, wenn man in derselben Reihe von Versuchen einerley Volumina der mit einander zu detonirenden Gasarten beybehält, und beyde Gasarten in solchem Verhältnisse nimmt, daß das Volumen des gasförmigen Rückstandes wenigstens noch

*) Gilbert's Annalen d. Physik B. XXXIV. S. 452. u. f.

Digitized by Google

aus Hülfe des Maximum der beyden mit einander vermischten Gasarten beträgt.

Herr Gay-Lussac *) scheint auf den angeführten Umstand des Herrn Bertholets, daß sich nämlich beym Detoniren Luft aus dem Wasser entbindet, aufmerksam geworden zu seyn. Er führet nämlich an, daß man beym Gebrauche des Volta'schen Eudiometers zwey Bedingungen nicht zu übersehen hat, von welchen die Genauigkeit des Resultates wesentlich abhängt. Die erste ist, daß das Instrument im Augenblicke der Explosion verschlossen sey, indem man sonst Gefahr laufen würde, Gas zu verlieren; die zweyte, daß sich in dem Detonations-Gefäße kein leerer Raum bilden könne, weil sich sonst Luft aus dem Wasser entbindet, und den Gasrückstand vermehrt. Herr Gay-Lussac hat daher eine neue sehr einfache Einrichtung des Volta'schen Eudiometers angegeben; welches mit diesen beyden angeführten Vorzügen noch einen dritten vereinigt, nämlich den großer Einfachheit, so daß man es überall ohne große Mühe zumachen erhalten kann.

Eine dicke Glasröhre (fig. 47.) pq ist an ihrem obern Ende mit einer Kappe a b von Messing, oder von irgend einem andern Metall versehen, an der nach der innern Seite zu die Kugel c festsitzt. Dieser gegenüber befindet sich die Kugel d, am Ende eines spiralförmigen Drahtes e f, der durch Reibung gegen die Glasröhre in seiner Lage erhalten wird; eine äußerst einfache Einrichtung, mittelst der sich die beyden Kugeln, zwischen welchen der elektrische Funken überspringen soll, einander nach Willkühr näher bringen oder einander entfernen lassen. Um das untere Ende der Röhre ist eine ringelförmige Fassung g h gekittet, bestimmt dem Eudiometer Festigkeit zu geben, und an ihr ist mittelst einer Schraube g eine kreisförmige Platte i k festgeschraubt, welche sich um die Schraube, die ihr als Axe dienet, drehen läßt. In der Mitte hat

*) Annales de chimie et de physique. Tom. IV. p. 88. 1791.

diese Platte ein konisches Loch, welches ein massiver Kegel, der auf dem Stäbchen m n festsitzet, und durch ihn beym Herauf- und Heruntergehen in der gehörigen Lage erhalten wird, luftdicht verschließen kann. Da das Ventil während der Explosion von oben nach unten gepreßt wird, so muß es dann geschlossen bleiben; in dem Augenblick aber, als ein leerer Raum in dem Innern der Röhre sich zu bilden anfängt, hebt das (von der Atmosphäre gedruckte) Wasser, worin der untere Theil des Eudiometers beym Explodiren gehalten wird, den Kegel auf, und dringt in die Röhre hinein. Damit die Platte i k noch mehr Festigkeit habe, geht sie in eine Ruthe k hinein, welche in der Verlängerung l der Fassung, an der der Schraube gegenüber stehenden Seite derselben angebracht ist.

Von der metallenen Handhabe M ist hier nur ein Theil abgebildet; sie endiget sich in einen etwas federnden, an der vordern Seite offenen und mit zwey Backen versehenen Ring, der in horizontaler Richtung um die Röhre geht, und sich mittelst der Schraube V an die Röhre anpressen läßt.

Wenn auch mit diesem Gay-Lussac'schen Eudiometer Einfachheit und Genauigkeit der damit erhaltenen Resultate verbunden ist, so hat doch schon vorher Herr Theod. v. Saussure *) auf einige Fehler des Volta'schen Eudiometers aufmerksam gemacht, die auch dieses von Gay-Lussac beschriebenes treffen können. Der erste Fehler ist nach Herrn de Saussure darin zu suchen, daß es schwierig ist, Wasserstoffgas zu erzeugen, das von einerley Beschaffenheit, oder von Stickgas und Sauerstoffgas ganz frey ist. Wasserstoffgas, das mit dem Wasser der pneumatischen Wanne, oder auch nur mit dem in dem Eudiometer enthaltenen Wasser in Berührung ist, nimmt aus diesem Luft in veränderlichem Verhältnisse auf. Ein zweyter Fehler liegt in der Bestim-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIV. S. 222.

Digitized by Google

mung der Gasmengen, die zu der Analyse gebraucht werden, weil theils das Wasser der Wanne nicht einerley Temperatur mit der äußern Luft hat, theils die feucht gewordenen Theile des Apparats durch das Verdunsten der Feuchtigkeit mehr oder weniger erkältet werden. Ueberdem bleibt an den innern Wänden der eudiometrischen Röhre Wasser hängen in verschiedenen Mengen, und während der sehr kurzen Zeit, in der die Analyse vollendet seyn muß, damit Temperatur und Druck möglichst wenig sich verändern, vermindert sie den Raum, den das Gas einzunehmen scheinet. Indessen urtheilet dieser Ungewißheiten ungeachtet Herr de Saussure, daß das Volta'sche Eudiometer bey relativen Bestimmungen doch größere Genauigkeit zu geben scheine, als alle andere Eudiometer. Was nun aber die absolute Menge des Sauerstoffgases betreffe, welche man mittelst dieses Instrumentes in der atmosphärischen Luft finde, so erfordere sie eine Correction wegen des salpetersauren Ammoniaks, das seinen Beobachtungen zu Folge immer beym Verbrennen von Wasserstoffgas in atmosphärischer Luft entstehe.

(Zus. zu S. 294. Th. II.). Herr de Marti *) hat seiner genauen Versuche zu Folge dem flüßigen Schwefel-Wasserstoffkalk als eudiometrischen Mittel den Vorzug gegeben. Wenn er Flaschen, welche 1½ bis 6 Unzen hielten, mit liquidem Schwefelkalk füllte, ½ bis 1½ Unzenmaas atmosphärischer Luft hineinsteigen, und sie ruhig ohne Schütteln darüber stehen ließ, so fand er, daß beständig eine Absorbtion der Luft von 0,21 bis 0,23 statt fand. Schüttelte er ½ Maas Luft mit 5 Maas Schwefelkalk, so verschwanden 0,26 der Luft; von einer zweyten Portion atmosphärischer Luft wurden dann aber immer 0,21 verschluckt. Er zieht hieraus die Folge, daß sich der Schwefelkalk mit einem gewissen Antheil von Stickstoffgas verbinde, dann aber nicht mehr, wenn er damit

*) Journal de physique. Tom. III. p. 176.

Digitized by Google

gesättiget sey. Frisch bereiteter Schwefelkalk, der noch siedend heiß in eine 5 Unzen haltende Flasche gegossen, und folglich aller eingemengten Luft beraubet war, verschluckte, als man nach dem Erkalten ½ Unzenmaas atmosphärischer Luft hineinsteigen ließ, und 3 bis 5 Minuten lang schüttelte, davon 0,5; und eben so behandelter, von ½ Unzenmaas Stickgas, 0,21.

De Marti's Eudiometer hat folgende Einrichtung: Man nimmt eine gläserne 10 Zoll lange, und etwa ½ Zoll weite gläserne Röhre, welche nach Linien abgetheilet ist, so daß die daher entstandenen 100 Theile ohngefähr den Raum von einer Unze Wasser einnehmen. In diese läßt man in eine zwey bis 4 Unzenflasche voll liquiden Schwefelkalks, welcher zuvor mit Stickgas gesättiget ist, die zu prüfende Luft steigen, stöpselt dann die Flasche zu, schüttelt sie 5 Minuten lang, öffnet sie, giebt noch ein Paar Stöße, und läßt das Gas in die Maasröhre zurück treten, um es darin zu messen. Wenn der Schwefelkalk zuvor gehörig ist geschüttelt, um ihn mit Stickstoffgas zu sättigen, und bey geringern Gasmengen kleinere Maasröhren gebrauchet worden, so giebt der Versuch nie auch nur 0,01 Unterschied.

De Marti glaubte gefunden zu haben, daß Stickstoffgas das einzige Gas sey, welches sich nicht mit Wasser verbinde. Eine in 100 gleiche Theile getheilte Luftsäule Stickgas, die in einer Röhre durch Wasser gesperrt ist, diente ihm daher bey länger dauernden eudiometrischen Versuchen, z. B. wenn er die Luft mit dem Schwefelkalke nicht schüttelte, zur Berichtigung; und mit Hülfe dieser Vorrichtung fand er auch bey diesen Versuchen immer genau einen Sauerstoffgehalt von 0,21.

Herr Berthollet a) behauptete dagegen, daß gar keine Absorbtion des Stickgases erfolge, wenn das schwefelhaltige Alkali in einer geringen Menge Wassers auf-

a) Essai de statique chimique, part. prem. p. 130.

gelöset sey. Bey seinen Versuchen fand er, daß, sobald die Absorbtion des Sauerstoffgases beendiget war, keine fernere Verminderung des Luftvolumens statt fand, welches doch hätte erfolgen müssen, wenn Stickgas verschluckt worden wäre. Auch fand er keinen Unterschied in Ansehung der Absorbtion, das schwefelhaltige Alkali mochte frisch, oder nachdem es mit atmosphärischer Luft geschüttelt worden, angewendet werden.

Diesen anscheinenden Widerspruch haben aber die Herren v. Humboldt und Gay-Lussac *) durch ihre Versuche gehoben! Sie fanden nämlich, daß die Schwefelalkalien eine verschiedene Wirkung ausüben, je nachdem sie in heißem, oder kaltem Wasser aufgelöset worden sind. Bey einer Auflösung von Schwefelalkali, welche bis zum Kochen erhitzt worden war, und welche de Marti bey seinen Versuchen stets gebrauchte, fand allerdings Absorbtion des Stickgases statt. Nimmt man dagegen eine nicht durch Hitze, sondern kalt bereitete Auflösung von Schwefelalkali, wie das Bertholet stets gethan hat, so findet kein bemerkbares Verschlucken von Stickgas statt. Sie glauben daher, den Unterschied zwischen den Resultaten der Herren de Marti und Bertholet darin zu setzen, daß bey der heiß bereiteten Auflösung des Schwefelalkali's eine mehr oder weniger große Menge Stickgas, welche mit dem Wasser verbunden war, ausgetrieben wurde. Es hat demnach das Wasser beym Erkalten dieses wieder verschluckt, welches eine Verminderung des Stickgases zur Folge haben mußte; sie ist aber nicht Wirkung der Schwefelalkalien, wie de Marti glaubte, sondern des Wassers. Die Herren v. Humboldt und Gay-Lussac glauben daher, daß man allerdings die Schwefelalkalien mit Sicherheit zur Analyse der Luft gebrauchen könne, wenn man nur dabey die Vorsicht beobachte, sie im Kalten aufzulösen, und sie einige Zeitlang mit Stickgas oder atmosphäri-

*) Journal de physique, Tom. LV. p. 129. 1802.

Digitized by Google

sehr kurz in Berührung zu lassen. Indeß bestehen sie die Unbequemlichkeit, daß, da es lange dauert, bis sie das Sauerstoffgas vollständig verschluckt haben, man dabey der Correctionen wegen des Thermometer- und des Barometerstandes bedarf, welche oft sehr mißlich sind.

Herr Dr. Hope *) hat dem de Marti'schen Eudiometer eine einfachere und zweckmäßigere Einrichtung, mit welchem beym Gebrauche des flüssigen Schwefelkalks nach Versuchen des Herrn Hinderson alles Sauerstoffgas bey hinlänglichem Schütteln binnen 20 Minuten vollständig absorbirt seyn soll, gegeben. Diese Einrichtung besteht aus zwey gläsernen Gefäßen, welche Fig 48. so mit einander verbunden sind, wie es bey ihrem Gebrauche nöthig ist. A ist eine kleine Flasche von kaum 2 Zollen im äußern Durchmesser, und 3 Zolle in der Höhe. Sie ist mit einem Halse und Stöpsel bey D versehen, und noch ein anderer ähnlicher Ansatz findet sich bey C. Dieser ist zur Aufnahme der eudiometrischen Flüssigkeit bestimmt, B stellt ein größeres Gefäß vor, welches zwar von eben demselben oder einem etwas kleinern Durchmesser, aber 8½ Zoll lang ist. Der Hals von B ist genau bey C in den obern von A eingeschlossen.

Der Gebrauch dieser Vorrichtung ist sehr einfach: Man füllt nämlich auf gewöhnliche Art die Flasche B mit der zu prüfenden Gasart an; alsdann gießt man in das Gefäß A die eudiometrische Flüssigkeit, z. B. eine Auflösung von Kalk-Schwefelleber, deren sich Herr Hope gewöhnlich bediente, und bedeckt die Mündung mit einem ebenen Stückchen Glas, taucht sie unter Wasser, und steckt den Hals von B hinein.

Hierauf thut man das ganze zusammengesetzte Gefäß aus dem Wasser heraus, und neigt es so lange bis eine hinlängliche Flüssigkeit aus A in B geflossen ist. Jetzt kann man es bequem schütteln, und die Bewegung so lange fortsetzen, bis die Verschluckung beendigt ist. Da-

*) Nicholson journal 4to. Vol. 6. p. 210.

Digitized by Google

mit aber die verminderte Dichtigkeit des eingeschlossenen Gas die Verschluckung des Sauerstoffhaltigen Antheils desselben nicht verzögere, ist es gut, von Zeit zu Zeit den Apparat in der Lage, in welcher ihn das Kupfer darstellt, in eine Schüssel mit Wasser zu tauchen, und den Stöpsel bey D so weit zu öffnen, daß so viel Wasser eindringen kann, als zur Ausfüllung der Stelle des zersetzten Gases erforderlich ist. Durch diese Beymischung wird zwar die Flüssigkeit verdünnt, aber doch nie zu so einem Grade, daß der Prozeß dadurch unterbrochen würde, es sey denn, daß das Gas sehr vielen Sauerstoff enthielte.

Wenn man ein solches Gas zum Versuche braucht, wie das zuletzt bemerkte ist, so kann es dienlich seyn, einen Apparat anzuwenden, wo die Flasche A einen größern Inhalt in Vergleich mit B hat, als der vorhin angenommene.

Sobald man bemerkt, daß nach wiederholtem Schütteln und Oeffnen des Stöpsels B, die Flüssigkeit nicht höher steigt, so kann man die Absorbtion als vollendet betrachten und die Operation endigen, indem man das Instrument die natürliche Temperatur annehmen läßt, wenn es aus Mangel der gehörigen Vorsicht, etwa durch die Wärme der Hand, eine andere angenommen haben sollte.

Wenn die Flasche B in Grade eingetheilet ist, so kann man den Betrag der Absorbtion mit einemmale bestimmen, wenn man den Apparat so tief ins Wasser tauchet, daß die Höhe der eingeschlossenen Flüssigkeit dem Stande desselben gleich kommt, und dann den Stöpsel hinwegnimmt. Außerdem kann man das übrige Gas in eine besondere dazu getheilte Röhre bringen. Bey dieser Einrichtung erhellet, daß die Flüssigkeit gespart und Schnelligkeit mit Nettigkeit und Genauigkeit des Verfahrens verbunden wird.

Die hier angenommene Größe ist besonders bey solchen Versuchen, die zum Behuf öffentlicher Vorträge ange-

Digitized by Google

stellet werden, sehr zweckmäßig; indessen ist nöthig zu bemerken, daß der Apparat zu andern eudiometrischen Versuchen um ein Beträchtliches ins Kleinere gezogen werden muß.

D. Hope bemerkte, daß dieser Apparat, ohne seine wesentlichen Einrichtung zu schaden, noch mehr vereinfacher werden könnte, zumal wenn kleine Quantitäten von Gas untersuchet werden sollen. In einem solchen Falle kann man blos eine kleine Flasche mit einer einzigen Oeffnung nehmen, worein man eine getheilte, 9 bis 10 Zoll lange Röhre von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, genau einpaßt, sie aber nicht tiefer hinein gehen läßt.

Wenn die Flasche einen zwey bis dreymal so großen Inhalt hat als die Röhre, so kann man die nämliche Auflösung von Kalk-Schwefelleber wiederholt gebrauchen, und die Absorbtion wird geschwinder vor sich gehn. Beym Gebrauche dieses Instrumentes ist der Gebrauch und die Manipulation desselben die nämliche wie oben; außer wenn man sehen will, ob die Operation noch weiter fort zu setzen, oder zu beendigen ist. Alsdann öffnet man die Verbindung zwischen der Röhre und der Flasche, so weit als nöthig ist, um Wasser aus dem Gefäße, in welches das Eudiometer eingetauchet werden muß, hinein zu lassen.

Bey der genauesten und vorsichtigsten Operation mit diesem Eudiometer kann es aber doch einen Fall geben, wo man sich auf das erhaltene Resultat nicht sicher verlassen kann. Es ist nämlich der, in welchem der zu prüfenden Luft Kohlen-Wasserstoffgas oder sauerstoffhaltiges Kohlen-Wasserstoffgas beygemischt wäre; da diese Gasarten, wie Bertholet und de Saussure bemerkt haben, von den schwefelhaltigen Flüssigkeiten absorbiret werden.

Die eudiometrischen Mittel mögen aber auch seyn, welche man will, so hat man doch immer auf folgende Umstände Rücksicht zu nehmen:

Digitized by Google

Zu den vergleichenden Versuchen über den Sauerstoffgehalt verschiedener Luftarten muß man beständig Luft von derselben Dichtigkeit gebrauchen, ja der Rückstand selbst muß dieselbe Dichtigkeit besitzen, wie die Luft im Anfange des Versuchs. Sollte dies der Fall nicht seyn, so muß man sie auf denselben Grad der Dichtigkeit zurückbringen können. Nun giebt es aber drey Umstände, welche die Dichtigkeit der Gasarten verändern: 1. eine Veränderung im Drucke der Luft; 2. Veränderung der Temperatur; und 3. eine Zunahme oder Verminderung ihrer Menge, vorausgesetzt, daß das Gefäß, worin sie enthalten ist, dasselbe bleibt, und daß sie über derselben Menge Wasser und Quecksilber stehet. Sollte während des Versuchs eine Veränderung in Ansehung des Luftdrucks erfolget seyn, so kann man die anfängliche Dichtigkeit der Luft auf denselben Barometerstand zurückbringen. M. s. Barometer.

Fallen aber Veränderungen in der Temperatur (welche man gewöhnlich vermeiden kann, weil man die Versuche im Innern der Zimmer vornimmt) während des Versuches vor, so müssen diese nothwendig auf das Volumen der Luft Einfluß haben. Eine Zunahme der Temperatur wird die Luft in einen größern Raum ausdehnen, und eine Abnahme derselben sie in einen kleinern Raum bringen. Die Correctionen, welche bey solchen Umständen erforderlich sind, lassen sich nach den Versuchen, welche die Herren Gay-Lussac und Dalton über die Ausdehnung der Gasarten bey verschiedenen Temperaturen angestellet haben, leicht machen. Herr Gay-Lussac fand nach sehr genauen Versuchen, daß eine Luftmasse, welche in der Temperatur des schmelzenden Eises den Raum 1 annimmt, in der Temperatur des siedenden Wassers sich bis zum Volumen 1,375 unter einem Drucke von 28 Paris. Zollen Barometerhöhe ausdehnet. Es beträgt daher die Zunahme eines Luftvolumens von 32° an bis zu 212° des Fahrenh. Thermometers, oder bey Erhöhung der Temperatur um

Digitized by Google

180° gerade 0,375 Theile. Dies giebt die Ausdehnung für 1° des Fahrenh. Thermometers eine Ausdehnung von 0,00208, oder $\frac{1}{480}$. Hat also während des Versuchs die Temperatur zugenommen, so muß für jeden Grad Zunahme so viel vom Volumen des Rückstandes abgezogen, im entgegengesetzten Falle aber demselben zugesetzet werden. Nach Dalton's Versuchen dehnte sich eine Luftmasse = 1 vom 55° bis zum 212° Fahrenh. um 1,325 aus, und es war daher die Zunahme des Luftvolumens bey Erhöhung der Temperatur von 157° gerade 0,325, welches für jeden Fahrenh. Grad Aenderung in der Temperatur eine Ausdehnung von 0,00207 oder $\frac{1}{483}$ giebt, und sehr wenig von dem Gay-Lussac'schen gefundenen Resultate abweicht. Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und Stickgas, mit welchem ähnliche Versuche angestellet wurden, gaben dieselben Resultate.

Befindet sich endlich Luft in einem Gefäße, das mit Wasser oder Quecksilber gesperrt worden, so ist ihre Dichtigkeit mit der atmosphärischen Luft nicht völlig gleich, es sey denn, daß die Flüssigkeit im Innern des Gefäßes eben so hoch steht, als die äußere Flüssigkeit in der Schaale, in welcher das Gefäß stehet. Bey eudiometrischen Versuchen, wo ein Theil der Luft absorbiret wird, wird dieser Fall nicht eintreten, sondern es wird die zum Sperren gebrauchte Flüssigkeit im Innern des Gefäßes höher stehen, als in der Schaale, in welcher das Gefäß sich befindet: da nun in diesem Falle die im Gefäße sich befindende Luft den ganzen Druck der Atmosphäre nicht aushält, sondern nur einen Druck, welcher dadurch bestimmt wird, daß man von der Höhe der Säule, welche den Druck der gesammten Atmosphäre angiebt, die Höhe der Säule im Innern des Gefäßes über dem äußern Niveau der Flüssigkeit in der Schale abzieht; so muß sich nothwendig die Luft im Innern des Gefäßes in einem verdünnten Zustande befinden, und man muß sie durch Rechnung auf dasjenige Volumen zurückbringen, welches sie einnehmen würde, wenn sie in demselben

Digitized by Google

Zustande der Zusammendrückung, wie im Anfange des Versuchs, sich befände.

Die dadurch zu machende Correction wird sich leicht auf folgende Art ausführen lassen: Man nehme an, der Versuch werde zuerst über Quecksilber angestellet, und setze, daß beym Anfange desselben die Barometerhöhe = A wäre; die Quecksilberhöhe, welche mit dem Drucke der Säule im Innern des Gefäßes über dem äußern Niveau der Flüssigkeit in der Schaale das Gleichgewicht halte, sey = a; das Volumen der Luft, welche den Raum im Innern des Gefäßes einnimmt, sey = v, und dasjenige Volumen, welches dieselbe einnehmen würde, wenn sie sich in demselben Zustande der Zusammendrückung befände, wie im Anfange des Versuchs = x: so erhält man, weil sich die Volumen umgekehrt wie die zusammendrückenden Kräfte verhalten müssen, folgende Proportionen: A : A — a = v : x, und man findet $x = \frac{v(A-a)}{A}$. Es sey z. B. A = 28 Zolle, a = 4 Zoll, und v = 180 Cubikzoll, so ist $x = \frac{(28-4).180}{28}$ = 154$\frac{2}{7}$ Cubikzoll; ohne diese Correction würde der Irrthum 25$\frac{5}{7}$ Cubikzoll betragen.

Wenn aber der Versuch über Wasser angestellet wird, so muß man nur noch A mit 13,6 multipliciren, weil diejenige Wassersäule, welche mit einer Quecksilbersäule im Gleichgewichte seyn soll, 13,6 mal länger als diese seyn muß.

Gleich anfänglich ging die Tendenz der Eudiometrie dahin, mit Hülfe eines Werkzeuges die Heilsamkeit der Luft zu prüfen, ob diese nämlich zum Einathmen mehr oder weniger brauchbar, und folglich mehr oder weniger zur Erhaltung der Gesundheit des thierischen Körpers tauglich sey. Allein nachher haben unzählige Versuche gelehret, daß der Sauerstoffgehalt selbst bey solcher Luft, deren schädlicher Einfluß auf das thierische Leben entschieden ist, sehr wenig von dem sonst statt findenden

Digitized by Google

Verschiedenheit abweicht. Es muß daher die Heilsamkeit der Luft für den thierischen Körper von andern Stoffen abhängen, welche sich noch bis jetzt allen eudiometrischen Untersuchungen entzogen haben. Es sind daher keines weges die Eudiometer, wie man anfänglich glaubte, solche Werkzeuge, wodurch man die Salubrität der Luft bestimmen kann, sondern man kann sie blos als solche Werkzeuge ansehen, welche dazu dienen, den Sauerstoffgehalt der Gasarten damit zu bestimmen.

M. s. Annal. de chimie et de physique. Tom. IV. p. 188. suiv. Chemisches Wörterbuch von Klapproth und Wolff. Art. Eudiometrie, und die Supplemente. Gehlen's neues Journal der Chemie z. B. V. S. 55.

F.

Fäulniß (Zus. zu S. 309. Th. II.). Daß beym Ausschluß des Sauerstoffgas, mithin auch der atmosphärischen Luft keine Fäulniß eintreten kann, hat besonders Herr Gay-Lussac auf eine genügende Art darzuthun gesucht. Hierauf gründet sich auch ein Mittel, Speisen Jahre lang unverdorben aufzubewahren. Man füllt nämlich eine Flasche mit den aufzubewahrenden Speisen an, taucht sie alsdann bis an den Hals ins Wasser, welches bis zum Sieden erhitzt wird. Wenn es siedend heiß ist, so verstopft man die Flasche luftdicht. Hat Gay-Lussac hat aber durch seine Versuche gefunden, daß die kleinste Menge von Sauerstoff hinreiche den Anfang der Fäulniß zu veranlassen; hat aber diese einmal angefangen, so schreitet sie fort, es mag atmosphärische Luft zugegen seyn, oder nicht. Aus diesem Grunde muß man diejenigen Sachen, welche man für Fäulniß schützen will, nothwendig der Siedhitze aussetzen, um den kleinen Antheil Luft, welcher an der Oberfläche derselben haftet, abzuscheiden.

Neuere Erfahrungen haben auch gelehret, daß beym Räuchern des Fleisches vorzüglich die mit brenzlich

Digitized by Google

flüchtigem Oehle geschwängerte Essigsäure (der sogenannte Holzessig) es ist, welche gegen die Fäulniß schützt.

(Zus. zu S. 311. Th. II.). Herr Chevreul hat in einer eigenen Abhandlung zu zeigen sich bemühet, daß die Fettähnliche Substanz, in welche todte thierische Körper unter gewissen Umständen verwandelt werden, von der Zersetzung der Muskelfaser herrühre. Es sey nämlich diese Substanz derjenigen völlig ähnlich, die man erhält, wenn man das Fett mit Alkalien behandelt. Nach seiner Meinung ist daher diese Zusammensetzung eine Wirkung des Ammoniums, welches von der Zersetzung des Faserstoffs, Eyweißstoffs u. s. w. herrührt, die auf das völlig gebildete Fett hervorgebracht werde.

Hiebey bemerkt aber Herr Thenard, daß man dieser Theorie nur alsdann beytreten könne, wenn sich zeigen lasse, daß der reine Faserstoff nicht in Fett übergehe, und daß die in todten Körpern vorgefundene Menge fettähnlicher Substanz, nicht größer sey, als die Menge Fett, welche sie enthalte, liefern könnte.

M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XLIX. S. 405. ff. Thenard traité de chimie. Vol. III. p. 641.

Fall der Körper (Zus. zu S. 325. Th. II.). Um die Gesetze des freyen Falles der Körper recht anschaulich zu machen, hat Herr Atwood eine andere Vorrichtung angegeben, womit man weit sicherer operiren kann, als mit der schiefliegenden Fläche des Galilei, und welche sich auf folgende Idee gründet. Es ist um eine äußerst bewegliche Rolle eine Schnur gelegt, an deren beyden Enden Gewichte hängen. Sind diese Gewichte einander gleich, so erhalten sie sich bekannter Maaßen im Gleichgewichte; befindet sich aber an dem einen Ende der Schnur ein etwas größeres Gewicht, als am andern, so muß es auf dieser Seite herabsinken, und die Bewegung desselben wird gleichförmig beschleunigt seyn müssen. Da man es nun hierdurch in seiner Gewalt hat, die herabsinkende Bewegung so langsam zu machen, als

Digitized by Google

man will, so sieht man sehr leicht, daß eine solche Vorrichtung dem Zwecke sehr vortheilhaft entspricht. Die Atwood'sche Fallmaschine, welche sich auf diese Idee gründet, hat der Herr Prof. Gottf. Fischer *) in einer etwas abgeänderten und zweckmäßiger eingerichteten Form verfertigen lassen. Dieses sehr brauchbare Werkzeug stellt die Fig. 49. vor.

In der Mitte eines dreyeckigen hölzernen Fußbrettes A B, welches auf zwey Ecken mit Stellschrauben C und D, auf der dritten vordern Seite E aber bloß mit einem runden Untersatze versehen ist, steht eine hölzerne Säule F G, 70 Zoll hoch, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick, fest; auf deren vordere Seite sich eine in Zolle und Zehntel getheilte Skale H F von 64 Zollen befindet, so daß also über die Skale noch 6 Zolle ohne Eintheilung überstehen. Die Zolle werden von oben nach unten gezählet. Oben ist diese Säule von der einen Seite etwas eingeschnitten, und auf dieser Seite des Einschnittes ist ein bey I durch Punkte bezeichnetes Loch senkrecht herabgebohrt. Bey I ist aber noch von vorn nach hinten ein Stück Messing durchgelegt, so daß das gedachte Loch durch dieses Stück Messing hindurchgeht. Dieses Loch hat, so weit das Messing geht, Schraubengänge, worein eine Rolle festgeschraubet werden kann. Diese Rolle ist der wesentlichste Theil der Maschine, und ist genau centrirt und von Messing. Sie drehet sich um eine stählerne an beyden Enden zugespitzte Axe, deren Spitzen sich in regelförmigen Vertiefungen in zwey messingenen Ständern bewegen. Doch befindet sich eine der beyden Vertiefungen nicht unmittelbar in dem einen Ständer, sondern in einer durch diesen Ständer gehenden Schraube, um die Rolle einzusetzen, und dann so zu stellen, daß sie weder geklemmt wird noch schlottert. Diese beyden Ständer sind auf einem Brettchen befestiget, welches mit der Rolle durch ein darin befindliches Loch, eben mittels einer Schraube auf die Säule bey I aufgeschrauber wird. Die Rolle hat im Durchmesser 3 Zoll, und in der Mit-

*) Gilbert's Annalen der Physik. [illegible]

einen keilförmig eingeschnittenen Schnurlauf. Das Brettchen, auf welches die Rolle befestiget ist, ist um etwas kaum merkliches kleiner als der Durchmesser des Schnurlaufs, so daß, wenn eine Schnur mit Gewichten an beyden Enden über die Rolle geleget wird, die Schnur dicht an dem Brettchen herabgeht, doch ohne es zu berühren.

Wenn an den Enden der über die Rolle gelegten Schnur ungleiche Gewichte hangen, und das schwerere beweget sich herab, so muß man dasselbe auch in seiner Bewegung hemmen können. Zu dieser Absicht dient ein einarmiger Hebel von Messing oder Holz, welcher an das Brettchen, das die Rolle trägt, so befestiget ist, daß die Schnur zwischen dem Hebel und Brettchen, ohne beyde zu berühren, hinabgehe, und durch einen sanften Druck am Hebel sogleich festgeklemmt werde. Um dies desto sicherer zu bewerkstelligen, ist an der Klemmungsstelle sowohl das Brettchen als der Hebel mit Leder oder feinem Tuche gefüttert.

Bey einigen Versuchen läßt man dasjenig Gewicht, welches mitten vor der Säule hängt, und welches allezeit das sinkende ist, bis auf das Fußbrett A B herabsinken; bey andern hingegen soll es nur bis zu einer bestimmten Tiefe sinken. Dann sind Unterlagen nöthig, die man an die Säule befestigen kann, von welchen man drey nöthig hat. Die erste ist eine Platte von Messing so lang und breit, als vorn die Säule breit ist, welche an eine federharte Hülse, die an der Säule an drey Seiten fast anschließt, befestiget worden, um sie mittelst jener an der Säule auf und abschieben zu können; die zweyte ist eben so wie die erste eingerichtet, nur hat sie in der Mitte ein rundes Loch von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser eingeschnitten; die dritte ist endlich völlig so wie die erste, nur fehlt an derselben die zum Anklemmen nöthige Feder; diese dritte wird nämlich nicht an der Säule befestiget, sondern blos mit der Hand an selbige gehalten. Sie ist bestimmt, das Gewicht, welches sinken soll, leicht und gewiß auf o der Skale zu stellen.

Digitized by Google

An jedem Ende der Schnur hängt eine kleine horizontale Scheibe von Messing, in deren Mitte senkrecht ein 3 bis 4 Zoll langer Draht in die Höhe steht, der sich oben in ein Häkchen endiget, das in eine Schlinge der Schnur eingehängt wird. Diese kleinen Scheiben dienen die Gewichte zu tragen, welche aus runden Scheiben von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser bestehen, die an der einen Seite einen bis zum Mittelpunkte gehenden Einschnitt haben, um sie dadurch auf jene Scheibe aufschieben zu können.

Zur Abmessung der Zeit dient ein gewöhnliches Sekundenpendel, sobald es nur so eingerichtet ist, daß es hörbar schlägt. Hat man beym Gebrauche des Pendels keine andere Absicht, als blos damit Fallversuche an der Maschine anzustellen, so kann es mit geringen Kosten eine ganz ähnliche Einrichtung, als ein gemeines Uhrpendel, das an einer Uhrfeder aufgehängt ist, erhalten, nur wird oben am höchsten Ende der Uhrfeder eine unterwärts zugespitzte Axe befestiget, welche auf Pfannen ruhet, daß sich das Pendel mit sehr wenig Friction bewegt. Ein so eingerichtetes Pendel beweget sich, wenn es einmahl um einen Bogen von 10 bis 15 Grad aufgehoben wird, mehrere Stunden hinter einander fort. Seine Schläge lassen sich dadurch hörbar machen, daß man die Uhrfeder zwischen den Armen einer engen Gabel vibriren läßt, so daß es bey jedem Schwunge anschlagen muß. Dies verkürzt zwar die Bewegung des Pendels gar sehr; aber sie dauert immer noch weit länger, als es je zu einem Versuche mit der Fallmaschine erforderlich ist. Will man hingegen das Pendel auch zu andern Versuchen gebrauchen, so muß es eine andere Einrichtung bekommen. M. s. den Artickel Pendel.

Um nun beym Gebrauche der Maschine die Säule senkrecht zu stellen, setzt man die durchbrochene Unterlage so tief als möglich an dieselbe an, legt die Schnur mit den Scheiben um die Rolle, legt gleiche Gewichte auf, und zieht das vor der Säule hangende Gewicht bis zur

Digitized by Google

Unterlage herab; dann schraubt man die Stellschrauben des Fußbrettes so lange, bis das Gewicht gerade in dem Loche der durchbrochenen Unterlage schwebt. Hierauf ist durch einen Versuch die Größe des aufzulegenden Uebergewichts zu bestimmen. Die Größe des Uebergewichtes hängt ab: 1. von der gesammten Masse, die durch sie beweget werden soll; 2. von der Größe der Beschleunigung, mit welcher die Bewegung geschehen soll. Zu den Versuchen ist die bequemste Beschleunigung, wenn das Gewicht in der ersten Sekunde um 1 Zoll sinkt, und hiernach kann das Uebergewicht, wenn das Gewicht der gesammten Masse bekannt ist, die bewegt werden soll, gefunden werden; 3. von den vorhandenen Hindernissen der Bewegung, für deren Ueberwältigung noch ein besonderes Uebergewicht angebracht werden muß. Diese Hindernisse bestehen theils in dem Widerstande, welchen die bewegten Gewichte und die Rolle selbst von der Luft leiden, theils in der Reibung, welche die Axe der Rolle erleidet; auch ist noch die zwar geringe Steifigkeit der Schnur und ihre Einklemmung in dem Schnurlaufe dahin zu rechnen. Am sichersten hiebey ist, die Größe aller dieser Hindernisse durch einen Versuch an der Maschine selbst aufzufinden. Dieser Versuch muß jedesmal, so oft man die Maschine brauchen will, vorläufig angestellet werden, weil der Unterschied nach Umständen der Witterung um einige Grane veränderlich ist.

Was den Versuch selbst betrifft, so besteht er in folgendem: Nachdem die Maschine senkrecht gestellet, und das Sekundenpendel in Bewegung gesetzet ist, bringt man das Gewicht, welches sinken soll, vermittelst der freyen Unterlage auf Null, und beschwert es 1. mit dem Beschleunigungsgewichte 2. mit ohngefähr so viel, als zur Ueberwindung der Hindernisse nöthig seyn möchte. Dann läßt man das Gewicht genau mit einem Pendelschlage sinken, welches durch einen schwachen Schlag gegen die Hemmung geschieht. Hat nun das Uebergewicht seine richtige Größe, so muß das sinkende Gewicht

Digitized by Google

genau mit dem achten Pendelschlage, den ersten für Null gezählt, auf das Fußbrett aufschlagen. Kömmt es zu früh, so muß man ein oder ein Paar Gran abnehmen; kommt es zu spät, so muß man zulegen. Ereignet sich der Fall, daß es bey einem gewissen Gewichte zu spät, sobald man aber einen Gran zulegt, zu früh kommt, so kann man die Axe der Rolle vermittelst derjenigen Schraube, in welcher sich die eine Pfanne befindet, entweder ein klein wenig schärfer spannen oder nachlassen, und dadurch die Friktion etwas vermehren oder vermindern. Man findet durch diesen Versuch sehr schnell, wie groß das erforderliche Uebergewicht seyn muß, und sobald die Maschine auf diese Art vorbereitet ist, können die übrigen Versuche sehr schnell und mit aller erforderlichen Genauigkeit angestellet werden.

Um an dieser Maschine besonders das Gesetz, daß die Geschwindigkeit, welche ein Körper am Ende einer jeden verflossenen Zeit durch den freyen Fall erlangt, dem Produkte aus der doppelten Fallhöhe in der ersten Zeitsekunde in die verflossene Zeit gleich sey, anschaulich zu machen, hat Atwood folgenden sehr sinnreichen Versuch angegeben. Man legt das beschleunigende Gewicht in Gestalt eines langen Stäbchens auf. Will man z. B. zeigen, daß das Gewicht am Ende der 5ten Sekunde eine Geschwindigkeit von 10 Zoll durch den freyen Fall erhalten habe, so stellt man den Versuch auf diese Art an. Das Gewicht, welches sinken soll, wird auf o gebracht, gehemmt, und das Beschleunigungsgewicht aufgelegt. Bey 25 Zoll wird die durchbrochene Unterlage befestiget, und zwar eigentlich so viel über 25 Zoll, als die Höhe des sinkenden Gewichtes austrägt, damit die Grundfläche dieses Gewichtes in dem Augenblicke, da das aufgelegte Beschleunigungsgewicht die durchbrochene Unterlage berührt, genau bey 25 Zoll sey. Zehn Zoll tiefer, also bey 35 Zoll setzt man die undurchbrochene Unterlage an, und läßt das Gewicht genau mit einem Pendelschlage sinken, so wird

Digitized by Google

mit dem zum Pendelschlage das Beschleunigungsgewicht durch die durchbrochene Unterlage abgehoben, und das Gewicht setzt nun seine Bewegung gleichförmig fort, und erreicht mit dem sechsten Pendelschlage die undurchbrochene Unterlage.

Fantasmagorie (N. A.) ist eine Zauberlaterne, in welcher man die Entfernung des Objektes vom convergirenden Glase, mithin die Größe des Bildes verändern kann. Dadurch läßt sich die Täuschung hervorbringen, als ob sich ein Objekt nähere oder entferne. Diese Täuschung wird noch dadurch vergrößert, wenn man auch das Licht, welches den Gegenstand erleuchtet, verändert, so daß die Erleuchtung mit der Entfernung abzunehmen scheinet.

Farben (Zus. zu S. 342. Th. II.). Herr Prof. Lüdicke *) hat sich um die Erweiterung und größere Vervollkommnung der Farbentheorie sehr verdient gemacht. Seine neuern Versuche und Untersuchungen über diesen Gegenstand verdienen daher eine möglichst vollständige Anzeige.

Was die Mischung prismatischer Farben betrifft, so kann dies auf eine doppelte Art bewirket werden. Man läßt nämlich entweder Farbenbilder, die durch mehrere Farbenbilder erhalten worden, über einander fallen; oder man vermischt mit einander durch geschwinde Bewegung die Lichtstrahlen, die von verschiedenen Pigmenten zurückgeworfen werden. Herr Lüdicke hat eine große Reihe von Versuchen über beyde Arten der Mischungen angestellet, und sie mit den des Herrn Prof. Wünsch verglichen. Es ergab sich, daß des Herrn Lüdicke's Versuche mit den des Herrn Wünsch sehr nahe zusammentrafen. Diesen seinen Versuchen zu Folge fand sich Herr Lüdicke in den Stand gesetzt, die Grenze anzugeben, wo die vermischten Farben anfangen, nicht mehr die mittleren Farben darzustellen. Hierbey benennet er der Kürze wegen die aus der Mischung entstandene neue

*) Gilbert's Annalen der Physik, B. XXXIV. S. 1. ff.

Digitized by Google

Farbe den Effect, um sie von den hinzu angenommenen Farben mit einem Worte zu unterscheiden. Um die folgenden Resultate desto sicherer zu verstehen, s. m. zuvor den Artikel: Farbenbild Th. VI. S. 417.

Das erste Resultat war: der Effect mehrerer angrenzenden Farben, wenn sie nach seiner Eintheilung des Farbenbildes die Zahl 7 nicht übersteigen, ist die in ihrer Mitte liegende Farbe.

Das zweyte Resultat ist: zwey getrennte Farben, welche nicht über die siebente Farbe hinausgehen, oder zwischen welchen sich höchstens fünf Farben befinden, stellen vermischt eine Farbe dar, welche etwas außer dem Mittel gegen die rothe Seite fällt. Hier ist zugleich bemerkenswerth, daß die erste und sechste Farbe ihren Effekt lichter und die erste und siebente Farbe den Effect sehr lichte darstellen, so daß er sich in einigen Fällen den weißen nähert.

Das dritte Resultat ist; die Effecte zusammengesetzter Farben, welche die Zahl 7 übersteigen, weichen vom Mittel bald nach Violet, bald nach Roth ab, so wie sie mehr oder weniger Farben von der einen oder von der andern Seite enthalten, und erscheinen desto lichter, je größer die Anzahl der Farben ist, bis endlich alle zwölf Farben weiß geben.

Das vierte Resultat ist: wenn man sich die Farbenreihe so fortgesetzt denkt, daß unter Dunkelroth die beyden Violet, Indigo, Blau, Hellblau u. s. f. folgen, und daß man von den unten hinzugefügten Farben, an der Stelle der obersten gegebenen Farbe die gleiche Farbe annimmt: so sind die Effecte zwey getrennter Farben, welche im prismatischen Farbenbilde die Zahl 7 übersteigen, die aber bey dieser Versetzung höchstens bis auf die fünfte Farbe von einander abstehen, die Mittel dieser Farben an dieser Stelle.

Die meisten dieser Resultate bestätigen die Annahme eines unveränderlichen Gesetzes, nach welchem sich die Mischungen der prismatischen Farben richten müssen.

Digitized by Google

Daß das prismatische Farbenbild oft getheilt erscheinet, ist aus den bekannten Erscheinungen der farbigen Ränder, deutlich die man siehe, wenn man weiße Streifen, welche auf schwarzem Grunde liegen, oder schwarze Streifen auf weißem Grunde durch ein Prisma betrachtet, und welche besonders der Herr v. Goethe am vollständigsten beschrieben hat. Die Erklärung dieser Erscheinungen gründet sich auf den Versuch, wo das Prisma mittelst des Sonnenlichtes eben dieselben Farbenstreifen auf einem weißen Papiere darstellet, wenn nämlich die Oeffnung, durch welche das Sonnenlicht fällt, beynahe so groß, als die Breite des Prisma, und das Papier vom Prisma nicht weit entfernt ist. Herr Lüdicke hat diesen Versuch, mit mehreren Veränderungen oftmahls wiederhohlt, und gefunden, daß sich daraus einige wichtige Folgen für die Theorie des Lichtes ziehen lassen.

1. Es sey abc (Fig. 50.) ein Prisma, durch welches das Sonnenlicht auf einen verdunkelten Ort in einem Zimmer durch die Oeffnung ff fällt, die beynahe so breit als das Prisma ist: und lm sey ein weißes Papier, von welchem das zerstreuete Licht bey dieser Stellung des Prisma so aufgefangen wird, daß gh die Farbenstrahlen von Violet bis Lichtblau, und ik die von Paille bis Dunkelroth enthält. An diesem Orte befindet sich also das Papier lm so nahe bey dem Prisma, daß die gefärbten Strahlen in h und i einander nicht erreichen, und daß daher der Raum hi weiß erscheinet. Von diesem Raume sagen Newton und alle seine Nachfolger: er werde von allen Gattungen Strahlen erleuchtet, die gegen einander in dem Verhältnisse sind, wie sie aus dem Prisma heraustreten: und daher müsse er weiß erscheinen. Allein dieser Grund befriediget Herrn Lüdicke nicht; denn das Licht, welches innerhalb der Strahlen df und ef auf die Fläche des Prisma fällt, es mag einfach oder gemischt seyn, muß nach Newton's Theorie eine oder mehrere Farben auf der Fläche hj darstellen, und die hier unerwartet aufgenommenen Verhältnisse können eine Aus-

Digitized by Google

nehme hiervon nicht rechtfertigen. Nimmt man nämlich daselbst ein einfaches Licht an, so müßte es, da die Brechung dasselbe nicht verändern soll, auf der Fläche h i in seiner Farbe heller oder schwächer erscheinen. Setzte man dagegen, das daselbst befindliche Licht sey ein gemischtes, so müßte es, weil es aus mehr oder weniger brechbaren Strahlen besteht, die Fläche ganz mit Farben überziehen. Da nun dies nicht geschiehet, und jener Raum weiß erscheinet, so kann man weiter nichts schließen, als: daß das Licht innerhalb der beyden Strahlen d f und e f in Hinsicht auf Farben ganz unwirksam für das Prisma, aber so beschaffen ist, daß es von dem Prisma nicht zerstreuet werden kann.

2. Wenn man bey derselben Stellung des Prisma und des Papiers in der Oeffnung ff eine sehr schmale horizontale Leiste p anbringt, so wird man auf dem Papiere in dem weißen Raume h i wieder zwey Farbenstreifen, q und s, bemerken, von welchen die obere q, die rothen und gelben, die untere s, die violetten und blauen Strahlen enthält. Hieraus erhellet, daß sich dennoch innerhalb des Raumes zwischen d f und e f ein Licht befindet, welches Farben hervorbringen kann.

Aus diesen beyden Versuchen folgert Herr Lüdicke, daß dasselbe Licht, welches beym ersten Versuche, indem es an dem obern und untern Rande der Oeffnung ff vorbey geht, ein Paar Farbenstreifen hervorbringt, auf dem Raume h i keine Farbe darstellet, wenn es innerhalb der Oeffnung ungehindert durchgegangen ist. Dasselbe Licht, welches bey diesem ungehinderten Durchgange keine Farbe erzeugte, stellt, dem zweyten Versuche zu Folge, wiederum ein Paar Farbenstreifen dar, wenn es bey ein Paar Rändern der Oeffnung vorbeygeht. Hieraus folgt also unläugbar, daß nur diejenigen Lichtstrahlen mittelst des Prisma Farben erzeugen können, welche bey den Rändern einer Oeffnung vorbey gegangen sind. Was hierdurch nunmehr hinreichend bewiesen ist, schloß auch schon Mayer aus einem Versuche, indem er sagte

Digitized by Google

daß die Farben eines Linsenglases von der Fassung desselben herrühren, könne man sehen, wenn man an die Fassung einen kleinen Körper klebe.

3. Wenn man das Sonnenlicht, ohne es mittelst einer Oeffnung einzuschränken, durch ein Prisma fallen läßt, so sieht man auf einem nahe gehaltenen Papiere, das man durch einen Vorsetzer verdunkelt hat, dieselben farbigen Streifen; sie sind jetzt aber weiter von einander entfernt, als bey einer Oeffnung, welche schmäler, als die Seite des Prisma ist. Hieraus sieht man, daß die beyden Kanten des Prisma eben dasselbe leisten, was die gegenüberstehenden Ränder der Oeffnung gethan hatten.

Diese Versuche leiden bekannter Maaßen noch eine Abänderung, daß nämlich der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet werden kann. Es sind daher zwey Fälle zu unterscheiden. In dem ersten Falle, wo der brechende Winkel nach unten gerichtet war, bestand die obere Farbenleiste nach Lädicke's Farbentafel, aus röthlich Violett, Violett, Indigo, Blau und Hellblau und die untere aus Paille, Gelb, Orange, Hellroth und Dunkelroth. In dem zweyten Falle aber, wenn der brechende Winkel nach oben gerichtet ist, enthält die obere Farbenleiste die rothen und gelben und die untere die blauen und violetten Farben. Da nun aus der Richtung, welche die Lichtstrahlen in beyden Fällen haben, sehr deutlich erhellet, daß kein Durchkreuzen der Lichtstrahlen vorgegangen ist, so folgt hieraus, daß der bey dem obersten Rande vorbeygegangene Lichtstrahl, welcher im ersten Falle die violetten und blauen Streifen darstellte, in dem zweyten Falle die gelben und rothen hervorgebracht hat; und daß der bey dem untern Rande vorbey gegangene Strahl im ersten Falle die rothen und gelben, und im zweyten Falle die blauen und violetten Farben erzeuge; daß also die Verschiedenheit der Farben nicht von der Lage der Ränder, bey welchen sie vorbey gehen, sondern von den ungleichen

Digitized by Google

Dicke des Prisma abhangen muß. Das Vorbeygehen des Lichtes an den Rändern kann also dasselbe blos fähig gemacht haben, bey seinem Durchgange durch den dickern Theil des Prisma die violetten und blauen, und bey seinem Durchgange durch dessen dünnern Theil die gelben und rothen Farben darzustellen.

Da nun alle diese Erscheinungen mit den bekannten Phänomenen, welche von der Beugung des Lichtes abhangen, ganz vollkommen übereinstimmend sind, so muß man annehmen, daß diese von der Beugung entstandene Ausbreitung nöthig ist, damit das Licht des gebeugten Strahls in verschiedenen Punkten auf das Prisma falle, bey diesem Auffallen verschiedene Einfallswinkel habe, und vermöge dieser und der Gestalt des Prisma verschiedentlich gebrochen, und nach Beschaffenheit der Glasart, zerstreuet werde. Es scheint also hieraus erwiesen zu seyn, daß die beyden mittelst des Prisma entstandenen Farbenstreifen so wohl, als das ganze prismatische Farbenbild, von zwey Hauptstrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben.

Herr Lüdicke hat nach der Zeit diese Versuche mit seinem Chromaskop wiederholt, und gefunden, daß sie mittelst des Prisma jederzeit einen mit Farbenstreifen auf zwey Seiten begränzten weißen Lichtraum darstellen, wenn die Oeffnung groß, und die Auffangfläche nahe ist *). Es ließ sich also daraus mit Sicherheit schließen, daß dieser innere Raum deßhalb weiß bleibt, weil das Sonnenlicht an diesem Orte ohne Beugung auf das Prisma fällt, und aus der ungleichen Dicke des Prisma, durch welches hier das ungebeugte Licht gehen muß, läßt sich vermuthen, daß dieses weiße Licht von anderm weißen Lichte verschieden seyn muß. Folgende Versuche dienten ihm zum Beweise dieser Vermuthung.

1. Er wählte den kleinsten Winkel seines Prisma, nämlich den von 42° 15′ zum brechenden Winkel, und

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXV. S. 145. ff.

Digitized by Google

bedeckte die vordere Fläche desselben mit einem dünnen Kartenblatte, welches eine rechteckige Oeffnung von 1,4 Zoll Länge und 0,6 Zoll Breite hatte. Die Entfernung der Auffangfläche von der Axe des Prisma betrug 24½ Zoll, und das Chromaskop war so gestellt, daß die mittlern ausfahrenden Strahlen senkrecht auffielen. So betrug die ganze Länge des Bildes 1,7 Zoll; die beyden Farbenstreifen waren zusammen 0,8 Zoll breit, und der innere weiß gebliebene Raum war 0,9 Zoll lang und 0,78 Zoll breit. Bey dieser Einrichtung und unverrückten Stellung schob er hinter dem Prisma, in 1,6 Zoll Entfernung von dessen Axe, eine weiße mit einem Maasstabe versehene Tafel, und fand hier die Länge des Bildes 1,2 Zoll, die Breite der beyden Farbenstreifen 0,04 Zoll, so also, daß hier ein Rechteck voll weißen glänzenden Lichtes erschien, welches 1,16 Zoll lang, und über 0,6 Zoll breit war.

2. An die Stelle der zuletzt eingeschobenen Tafel brachte er verschiedene Blendungen mit rechteckigen Oeffnungen, eine nach der andern so an, daß die Oeffnung jedesmal genau in die Mitte des erleuchteten Rechteckes fiel, und beobachtete die Bilder, welche sie auf der 24½ Zoll entfernten Auffangfläche darstellten. Die Breite der Oeffnungen war durchgängig 0,1 Zoll, aber die Länge oder Höhe derselben waren verschieden und gaben folgende Bilder. Die Oeffnung, deren perpendikuläre Seite 0,05 Zoll hielt, stellte ein vollkommen deutliches und glänzendes 0,4 Zoll langes Farbenbild in der bekannten Ordnung der Farben dar, das zugleich innerhalb Grün enthielt. Eine 0,25 Zoll lange Oeffnung gab ein schönes 0,75 Zoll langes Farbenbild, jedoch ohne Grün. Eine 0,3 Zoll lange Oeffnung gab ein Bild, welches 0,8 Zoll lang war, und wo sich innerhalb schon etwas Weiß oder vielmehr etwas röthlich Weiß zeigte, welches jedoch die Stelle von Paille einzunehmen schien. Aus diesem Versuche erhellet, daß das weiße prismatische Licht, wenn es gebeuget wird, eben dieselben glänzenden Farben in der

Digitized by Google

nämlichen Ordnung darstellt, als wenn gebeugtes Licht auf ein Prisma gefallen ist.

3. Da sich nun Herr Lüdicke überzeugt hatte, daß die Beugung, sie mag vor dem Einfalle des Lichtes in das Prisma oder nach dem Ausfalle desselben vorgehen, zur Entstehung des Farbenbildes eine nothwendige Bedingung ist, so glaubte er hierdurch erfahren zu können, wie es Körper gebe, welche das Licht weniger als andere beugen. Er verfertigte sich daher eine Menge Blendungen, bey welchen der obere und untere Rand der rechteckigen Oeffnungen aus angelaufenen Stahlfedern, Stanniol, trockener Rindsblase, weißem Wachs, Knochen, Kreide, Korkholz, Kohle, Roßhirn und Sohlenleder bestand. Die Körper, vom Wachs an gerechnet, welche nicht dünn genug geschnitten werden konnten, waren hinlänglich fein abgeschärft, damit das Licht durchgängig bey einer ein wenig stumpfen oder abgerundeten Kante, wie bey der Stahlfeder, vorbey gehen mußte. Die Länge aller Oeffnungen war 0,3 und die Breite 0,1 Zoll. Als er diese Blendungen, eine nach der andern, wie bey dem zweyten Versuche, anbrachte, fand er die Bilder von derselben Größe und Beschaffenheit, wie bey dem vorigen Versuche; auch der weiße Streif schien bey keiner Blendung breiter oder deutlicher zu seyn, woraus er auf eine geringere Beugung hätte schließen können.

4. Ob er nun wohl voraussehen konnte, daß jedes andere Licht mit Hülfe der Beugung dergleichen deutliche und glänzende Farben hervorzubringen nicht vermögend sey, so stellte er doch zu besserer Vergleichung noch folgende Versuche an: Er behielt dieselben Oeffnungen, wie beym zweyten Versuche; die vordere war 1,4 und die innere 0,3 Zoll lang; aber das Prisma wurde herausgenommen. Nun erschien auf der Auffangfläche ein 0,5 Zoll langer, oben und unten abgerundeter weißer Raum, der gar nichts von Farben zeigte. Er brachte nun an die Stelle der vordern 1,4 Zoll langen Oeffnung eine Oeffnung, welche nur 0,05 Zoll lang und breit war, und ließ

Digitized by Google

diesen Lichtstrahl bey dem obern Rande der 0,3 Zoll langen in Stanniol geschnittenen Oeffnung vorbeygehen. Das Licht war 0,25 Zoll lang und ohne alle Farbe.

5. Er setzte ein gläsernes, 0,55 Zoll dickes Parallelepipedum in ein hölzernes Prisma, welches die Gestalt und Größe des gläsernen hatte, so ein, daß dessen äußere Fläche dieselbe Stelle, wie beym gläsernen Prisma einnahm, und bedeckte diese Fläche mit einer 0,8 Zoll langen und 0,6 Zoll breiten Oeffnung. Auf der eingeschobenen Tafel war der Lichtraum hinlänglich groß, um die Oeffnung von 0,3 Zoll Länge, und 0,1 Zoll Breite zu bedecken. Der Lichtraum, welchen die 0,3 Zoll lange Oeffnung auf der Auffangfläche darstellte, war bey dem Einfallswinkel von $48\frac{1}{4}$ Grad 0,5 Zoll, und bey dem Einfallswinkel von $63\frac{1}{4}$ Grad $0,4\frac{1}{2}$ Zoll lang, in beyden Fällen aber ganz weiß und ohne alle Farbe.

Ob nun gleich in diesen beyden Versuchen eine Beugung von 0,1 Zoll auf jeder Seite statt gefunden hatte, so war dennoch keine Farbe sichtbar. Es erhellet also hieraus, daß das weiße prismatische Licht von ganz anderer Natur ist, als freyes oder gebrochenes Licht.

Ueber die Mischung der prismatischen Farben hatte sich besonders in den neuern Zeiten Herr Voigt bemühet, eine Theorie aus seinen Versuchen zu entwerfen, welche im wesentlichsten S. 364. Th. II. von mir ist angeführet worden. Gegen diese Theorie dürften nach Herren Lüdicke folgende Zweifel sich erheben lassen. Zuerst enthält sie willkührlich angenommene und nicht erwiesene Voraussetzungen, und dann ist noch nicht hinlänglich erwiesen, vielmehr sehr zu bezweifeln, daß 3 oder 4 Farben ein so vollkommen reines Weiß, als alle Regenbogenfarben vereinigt hervorbringen; und endlich ist der Lichtstoff bey der Berechnung ganz übergangen, und bey allen Farben gleich gesetzet worden, welches der Erfahrung zuwider ist, nach welcher das zurückstrahlende Licht bey Gelb und Roth am größten und bey Violett am kleinsten seyn muß, aber nicht mit den Ver-

Digitized by Google

hältnissen übereinstimmen kann, welche für die Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs angegeben sind.

Herr Lüdicke hat daher eine neue Theorie der Farbenmischungen versuchet, die sich lediglich auf seine vielfältig angestellten Erfahrungen gründet, und daher allerdings einer Aufmerksamkeit verdienet. Es ist ihm höchst wahrscheinlich, daß die Effekte, welche die Farben oder deren Mischungen dem Auge darbieten, der im prismatischen Farbenbilde nahe liegenden Farben mit wenig von einander verschiedenen Größen, und die der entferntern Farben mit mehr von einander abweichenden Größen ausgedruckt werden, und daß also die Zahlen, welche die einzelnen Effekte aller 12 von Lüdicke festgesetzten Farben bezeichnen sollen, eine Zahlenreihe bilden müssen. Die bequemste und dieser Absicht angemessenste schien ihm die der harmonischen Progression, oder die für die Breiten der Farben angegebene Zahlenreihe zu seyn; wobey jedoch zu untersuchen war, ob sich diese Effekte wie die Breite selbst, oder wie ihre Quadrat- oder Cubikzahlen, oder wie ihre Quadrat- oder Cubikwurzeln, oder umgekehrt wie diese Ausdrücke verhalten. Nach vielen zum Theil sehr weitläuftigen Versuchen fand er endlich, daß die Zahlenreihe für die Breiten, oder für die umgewendeten Breiten, oder überhaupt die Reihen, deren Exponent ε^{-1} oder ε ist, ganz allein brauchbar waren. Bey diesen Untersuchungen hatte er in allgemeinen Ausdrücken zwey Reihen zum Grunde gelegt, deren Glieder als Elemente der ihnen zugehörigen Farben gelten sollten, nachdem er gefunden hatte, daß eine einzige Reihe nicht durchgängig die gewünschte Uebereinstimmung mit den sichern Versuchen darbot. Die Glieder der einen Reihe waren die unbekannten Größen, welche bey Unterlegung der zu untersuchenden Formel aus den Versuchen gefunden werden mußten; die Glieder der andern Reihe wurden dagegen durch Hülfe der Effektenreihe hinlänglich bestimmt, sobald jene gefunden waren.

Digitized by Google

Bey dem Versuche, ein mit allen Versuchen übereinstimmendes allgemeines Gesetz aufzufinden, fand er, daß alle diejenigen Ausdrücke, welche mit den Versuchen zusammenstimmten, eine Theilung des Farbenbildes voraussetzten, welche mit der Entstehung dieses Bildes aus zwey Hauptstrahlen sehr wohl übereinstimmt. Dies allgemeine Gesetz ist folgendes:

Die Effecte einzelner Farben sind den Produkten der zugehörigen Glieder der beyden Elementarreihen gleich; und der Effect mehrerer Farben ist das Produkt aus dem geometrischen Mittel der zugehörigen Glieder der einen, in das arithmetische Mittel der zugehörigen Glieder der andern Reihe; wobey jedoch die Theilung des Bildes in Betrachtung gezogen werden muß.

Die Glieder der aufgefundenen Elementarreihe hängen von ihrer Entfernung von dem Punkte ab, wo die Theilung des Bildes angeht und werden von da an um die Cubikwurzel aus ε kleiner. Die Reihen sind also folgende:

A	B	C	D
1	$\varepsilon^{4\frac{2}{3}}$	ε^{10}	$\varepsilon^{5\frac{1}{3}}$
ε	ε^{5}	ε^{11}	ε^{6}
ε^2	$\varepsilon^{5\frac{1}{3}}$	ε^{12}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$
ε^3	$\varepsilon^{5\frac{2}{3}}$	ε^{13}	$\varepsilon^{7\frac{1}{3}}$
ε^4	ε^{6}	ε^{14}	ε^{8}
ε^5	$\varepsilon^{6\frac{1}{3}}$	ε^{15}	$\varepsilon^{8\frac{2}{3}}$
ε^6	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$	ε^{16}	$\varepsilon^{9\frac{1}{3}}$
ε^7	ε^{7}	ε^{17}	ε^{10}
ε^8	$\varepsilon^{7\frac{1}{3}}$	ε^{18}	$\varepsilon^{11\frac{1}{3}}$
ε^9	$\varepsilon^{7\frac{2}{3}}$	ε^{19}	$\varepsilon^{12\frac{2}{3}}$
ε^{10}	ε^{8}	ε^{20}	ε^{14}
ε^{11}	$\varepsilon^{8\frac{1}{3}}$	ε^{21}	$\varepsilon^{15\frac{1}{3}}$

Die Reihe A ist die harmonische Progression, wenn $\varepsilon^{10} = 2$ gesetzet wird. Von dem Gliede ε^7 an nehmen alle Glieder der Reihe B um den Exponenten $\frac{2}{3}$ ab

Digitized by Google

und geben so die erste Elementarreihe. Die Reihe C ist die Reihe für die Effecte oder die der umgewendeten Breiten, deren Glieder, mit den Gliedern der Reihe B verkehrt, die Reihe D oder die zweyte Elementarreihe geben.

Die beyden Elementarreihen nebst den Logarithmen der ersten Reihe und der Reihe für die Effecte sind, in Zahlen ausgedrückt, folgende:

Erste Elementarreihe		Logarithmen derselben	Zweyte Elementarreihe		Strahlen	Effecte und Farben	
n	= 1,3093	0,1170671	a	= 1,3608		a = 1,781	Weißlich Violett
p	= 1,3348	0,1254291	b	= 1,4142		b = 1,887	Violett
q	= 1,3608	0,1337910	c	= 1,4697		c = 1,909	Indigo
r	= 1,3872	0,1421529	d	= 1,5274		d = 2,118	Blau
s	= 1,4142	0,1505150	e	= 1,5874	I	e = 2,244	beydl. od. blaul. Weiß
t	= 1,4417	0,1588768	f	= 1,6497		f = 2,470	blaul. Grün
u	= 1,4697	0,1672388	g	= 1,7144		g = 2,529	gelbl. Grün
v	= 1,4983	0,1756008	h	= 1,7818		h = 2,669	Paille od. gelbl. Weiß
w	= 1,4697	0,1672388	i	= 1,9244	I	i = 2,828	Gelb
x	= 1,4417	0,1588768	k	= 2,0785		k = 2,996	Orange
y	= 1,4142	0,1505150	l	= 2,2449		l = 3,174	lichte Roth
z	= 1,3872	0,1421529	m	= 2,4246		m = 3,363	Dunkelroth
						3,563	lichte Viol. od. Rose
						3,775	lichte Viol. od. Rose
						4,000	lichte röthl. Blau
						4,237	lichte Blau
						4,489	sehr nahe Weiß
						4,756	grünl. Weiß
						5,039	gelbl. Weiß
						5,139	Weiß vollkommen
						5,339	gelblich Weiß
						5,656	sehr lichte Gelb

Die Logarithmen zu den Gliedern der ersten Reihe sind dieserwegen beygefügt, um die geometrischen Mittel leicht zu bestimmen. Die in der Reihe der Effecte hinzugefügten Glieder sind die Effecte aller obigen obwohl viele lichtern Farben und enthalten zugleich das vollkommene Weiß. In der Columne mit der Ueberschrift: Strahlen sind die beyden das Farbenbild hervorbringenden Haupt-

Digitized by Google

strahlen, jeder mit 1 bemerkt, welche alsdenn, wenn sie vereiniget wirken, in der Formel ausgedruckt werden müssen.

Diese beyden auf das Prisma fallenden Hauptstrahlen wirken nämlich

1. entweder jeder für sich abgesondert. In diesem Falle kann ein Strahl bis auf die fünfte, und wenn die beyden Grün hinzukommen, bis auf die siebente Farbe wirken. So ist der Effect

für $adg = \frac{1}{3}(a+d+g)\sqrt[3]{(nru)}$

für $abcdefg = \frac{1}{7}(a+b+c+d+e+f+g)\sqrt[3]{(npqrstu)}$

für $hiklm = \frac{1}{5}(h+i+k+l+m)\sqrt[3]{(xwxyz)}$

und der Effect aller Farben besteht aus der Summe der beyden letzten Ausdrücke. Es wirkt jedoch auch nur ein Strahl, wenn das Mittel einiger Farben von dem Mittel anderer Farben innerhalb der siebenten Farbe liegt, jedoch unter der Voraussetzung, daß die sämmtliche Anzahl der Farben nicht mehr als 7 ist.

2. oder die beyden Hauptstrahlen wirken vereiniget. Alsdenn können in einem Ausdrucke ebenfalls nicht mehr als 7 Farben begriffen seyn, und der Ausdruck muß wegen der beyden Strahlen mit 2 dividiret werden. So ist der Effect

für $adi = \frac{1}{2}w\sqrt{(nr)}.(\frac{1}{2}(a+d)+i)$ und

für $abklm = \frac{1}{2}\sqrt{(np)}.\sqrt[3]{(xyz)}.[\frac{1}{2}(a+b)+\frac{1}{2}(k+l+m)]$.

Diese Formeln, mit deren Hülfe von Herr Lüdicke alle von ihm angestellte Versuche sind berechnet worden, stimmen mit diesen so genau zusammen, als man es nur bey einem so schwierigen Gegenstande erwarten kann.

Zuletzt hat Herr Lüdicke auch noch das Verhältniß des Lichtes und der Wärme bey den Farben zu bestimmen gesucht. Er nimmt dabey vorzüglich Rücksicht auf Herschel's Versuche, die er über die wärmende Kraft

Digitized by Google

der farbigen Strahlen angestellet hat, und im 5ten Theile dieses Wörterbuchs S. 253 angeführet sind, und findet sie mit seiner Theorie übereinstimmend. Das von ihm aufgefundene Gesetz in Hinsicht der beyden Stoffe, Wärme und Licht, bey den Farben ist folgendes:

Der Effect jeder einzelnen Farbe besteht aus dem freyen Lichte und dem Produkte des freyen Lichtes in die freye Wärme.

Der Effekt solcher Farben, welche nicht über die siebente Farbe hinausgehen, oder so weit dieselben auf einen Hauptstrahl gerechnet werden können, ist aus dem geometrischen Mittel alles freyen Lichtes und dem Produkte des geometrischen Mittels alles freyen Lichtes in das arithmetische Mittel aller freyen Wärme der gegebenen Farben zusammengesetzet.

Ich bemerke hier nur noch, daß bereits durch John Leslie die Versuche Herschel's (m. s. den Art. Wärme B. VI. S. 734.) zweifelhafter gemacht worden, und nachher durch Boeckmann noch weit zweifelhafter geworden sind. M. s. Art. Wärme.

Herr Thom. Young *) hatte über die Farbenstreifen, mit welchen Schatten versehen sind, mehrere Versuche angestellet, aus welchen er das allgemeine Gesetz, daß die Farbenstreifen durch Vermischung zweyer Lichtbündel hervorgebracht werden, zu schließen sich berechtiget glaubet. Er bedeckte nämlich eine kleine Oeffnung in einem Fensterladen mit einem Stücke starken Papiers, welches mit einer feinen Nadel durchbohrt war. Zum bequemern Beobachten brachte er noch einen kleinen Spiegel außerhalb am Fensterladen in einer solchen Lage an, daß er das Sonnenlicht beynahe horizontal auf die entgegengesetzte Wand warf, und einen Kegel divergirenden Lichtes über eine Tafel führte, auf welcher sich verschiedene kleine Schirme von Kartenpappe befan-

*) Philos. Transact. for 1804. P. II. p. 328. sqq. Uebers. von Prof. Gilbert in Gilbert's Annalen der Physik B. XXIX. S. 260 f.

Digitized by Google

Ton. In den Sonnenstrahl brachte er einen Streifen von Karte, der $\frac{1}{10}$ Zoll breit war, und beobachtete den Schatten desselben entweder an der Wand, oder an andern in verschiedenen Entfernungen gehaltenen Karten. Es erschienen nicht allein Farbensäume an jeder Seite des Schattens, sondern auch der Schatten selbst wurde durch ähnliche parallele Streifen von geringerer Breite getheilet, deren Menge von der Entfernung abhing, in welcher der Schatten beobachtet wurde, doch blieb die Mitte des Schattens allezeit weiß. Diese Streifen sind nach Young's Meinung das gemeinschaftliche Effekte der Lichtbündel, welche auf jeder Seite des Kartenstreifens in den Schatten inflectirt, oder vielmehr diffrangirt werden. Denn wenn man einen kleinen Schirm wenige Zolle von dem Kartenstreifen so stellt, daß er eine der Gränzen des Schattens auf seinem Rande auffinge, so verschwinden sogleich alle Streifen, welche man vorher in dem Schatten an der Wand bemerkte, obgleich das auf der andern Seite gebrochene Licht in seinem Fortgange nicht aufgehalten wird, und obgleich dieses Licht jede Veränderung erleiden muß, welche die Nähe des andern Randes des Kartenstreifen zu veranlassen vermögend war. Rückt man den dazwischen gestellten Schirm von dem schmalen Kartenstreifen weiter ab, so muß er natürlich tiefer in den Schatten eindringen, um die Parallelstreifen zu vertilgen; denn an diesen Stellen ist das Licht, welches von dem Rande des Objektes diffrangirt wird, weiter in den Schatten nach den Säumen zu eingedrungen. Dies geschieht also nicht sowol aus Mangel an einem hinreichenden Dichtigkeit des Lichtes, als, weil einer der beyden Lichtbündel unvermögend ist, diese Streifen allein hervorzubringen: denn, wenn die beyden Lichtbündel nicht unterbrochen werden, so erscheinen die farbigen Linien, selbst wenn die Dichtigkeit des Lichtes auf den zehnten oder zwanzigsten Theil vermindert worden ist.

Die büschelförmigen Streifen, welche vorzüglich Grimaldi beschrieben hat, geben zu einer schönen Abände-

Digitized by Google

nung, die nachergehenden Versuche Veranlassung, und zu einem sehr sinnreichen Beyspiel einer sich darauf gründenden Rechnung. Wird der Schatten von einem recht winkelicht gebogenen Gegenstande gebildet, so zeigen sich, außer den gewöhnlichen äußern Streifen, zuweilen aber drey Säume abwechselnder Farben, welche um die Linie, die den Winkel halbiret, ihren Anfang nehmen, und sich auf jeder Seite derselben in krummen Linien ausbreiten, die die convexe Seite gegen diese Theilungslinie kehren, und deren Neigung gegen dieselbe desto größer wird, je weiter sie sich von dem Scheitel des eingehenden Winkels entfernen. Diese Säume sind ebenfalls der gemeinschaftliche Effect des Lichtes, welches von jedem der beyden Ränder des Objektes in den Schatten gebeugt wird; denn, wenn ein Schirm nur wenige Zolle von dem Objekte so gestellet wird, daß er über den Schatten des einen Randes auffängt, so verschwinden alle Streifen. Wenn dagegen die rechtwinklichte Ecke des Schirmes in die Spitze des Schattens so gestellet wird, daß sie eins das Aeußerste vom Winkel des Schattens auffängt, so bleiben die Streifen ungestört.

Um die Maaße der Streifen unter verschiedenen Umständen zu untersuchen, muß man die Differenzen der Längen der von denjenigen lichtbeugenden beschriebenen Bahnen berechnen, welche zu Erzeugung der Streifen Theil haben. Hierbey findet sich nun, daß das Licht allezeit weiß bleibet, wenn die Längen beyder Bahnen gleich sind; daß aber, wenn entweder das hellste Licht oder das Licht irgend einer gegebenen Farbe ein, zwey, dreymal verschwindet, und wiedererscheinet, die Differenzen der Längen der Bahnen der beyden lichtbeugenden in einer arithmetischen Progression befinden, so nahe als das von Versuchen dieser Art sich erwarten läßt. Seinen Versuchen zu Folge glaubte er schließen zu dürfen, daß der Zwischenraum, welcher dem Verschwinden des hellsten Lichtes zukommt, entweder völlig oder sehr nahe beständig sey.

Digitized by Google

Herr Lüdicke bemerket hierbey, daß man Herrn Youngs bewiesene Satz, daß die Farbenstreifen durch Vermischung zweyer Lichtbündel hervorgebracht werden, stimme mit dem von ihm bewiesenen sehr nahe überein; daß nämlich die Farbenstreifen und das ganze prismatische Farbenbild von zwey Lichtstrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben, und verschaffe diesem Satze noch mehr Allgemeinheit. Es wäre daher der allgemeine Satz: Alle Farbenstreifen, sie mögen nach der ersten oder zweyten Belegung entstanden seyn, sind von zwey Lichtbündeln hervorgebracht.

Uebrigens führet Herr Lüdicke noch an, daß die Sätze des Herrn Young von der Vermischung zweyer Lichtbündel und von den Differenzen der Längen der Bahnen in einer Allgemeinheit erscheinen, welche sie nicht haben können. Die Versuche, worauf sich diese Sätze gründeten, seyn durchgängig mit solchem Lichte angestellet worden, das durch kleine Oeffnungen gegangen, das also schon eine Beugung erlitten habe, und diese Lichtbündel von den Rändern der Oeffnung an gerechnet, seyn es, welche Herr Young im Sinne haben könne. Daß aber dieses an den Rändern der Oeffnung vorbeygegangene Licht von dem freyen, oder von dem innerhalb einer weiten Oeffnung hindurchgegangenen Lichte sehr verschieden sey, bewiesen die Wirkungen mit Hülfe des Prisma, mit welchem jenes Farben, dieses aber einen weißen Raum darstelle. Diese Bemerkung sey auf alle Versuche anzuwenden, welche von Newton an mit dergleichen Lichtstrahlen angestellet worden sind, und es ergeben sich aus ihr, daß die aus ihnen gezogenen Folgen nicht von dem Lichte überhaupt, sondern nur von dem gebeugten Lichte gelten können.

Herr Wollaston hat über das Farbenbild, welches durch Brechung in einem Prisma entsteht, einige Bemerkungen gemacht, welche hier kurz angezeiget werden sollen. Seinen Versuchen zufolge glaubt er, daß die Anzahl der Hauptfarben, in welche das weiße Licht durch

Digitized by Google

Brechung im Prisma zerlegt wird, nicht mehr drey, sondern vielmehr vier, sey. Wenn man nämlich einen Lichtstrahl in ein finsteres durch eine Spalte, $\frac{1}{20}$ Zoll breit, fallen läßt, und mit dem Auge durch ein gut dasselbe gehaltenes Flintglasprisma, das frey von Streifen ist, in der Entfernung von 10 bis 12 Fuß umhergeht, so erscheint alsdann der Strahl blos in die vier Farben: roth, gelblichgrün, blau und violett zerlegt. Was nun die Begränzung der einzelnen Farben betrifft, so fand er die Grenze der rothen Farbe etwas undeutlich, welches ihm zum Theil daher zu kommen scheinet, daß das Auge nicht Kraft genug besitzet, das rothe Licht hinlänglich zu machen. Die Grenze zwischen dem Rothen und Grünen ist bey einer gewissen Lage des Prisma vollkommen deutlich, so wie auch die beyden Grenzen des Violett. Aber die Grenze zwischen Grün und Blau ist nicht so scharf bezeichnet, auch giebt es zu beyden Seiten dieser Grenze andere deutlich wahrzunehmende dunkele Linien die man bey einem unvollkommenen Versuche fälschlich für die Grenzen dieser Farben halten könnte.

Herr Wollweide führet gegen Wollaston's Versuche an, daß zuerst die Entfernung, in welcher der Lichtstrahl aufgefangen wurde, viel zu klein sey, als daß die Farben gehörig von einander gesondert werden könnten. Ueberdies komme es auch auf den brechenden Winkel des Prisma an, wenn die Farben gehörig gesondert werden sollten. Wollaston's Versuche streiten also gar nicht gegen die angenommene Zahl von sieben Hauptfarben. Ferner komme es auch nach Wollaston's eigener Aussage bey der Begrenzung der einzelnen Farben auf die Lage des Prisma an. Man habe also kein Gewicht darauf zu legen, wie die Herrn Wünsch und Prieur gethan hätten, die, ohne auf die Umstände, von denen diese Begrenzung abhange, zu achten, viel Wesens daraus gemacht hätten.

Wichtiger sind einige hieher gehörige Versuche und Bemerkungen, welche Herr Jos. Fraunhofer angestel-

Digitized by Google

bet und gemacht hat. Die Absicht des Herrn Fraunhofer war vorzüglich, die achromatischen Fernröhre auf einen höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen; daher war es besonders nöthig, das prismatische Farbenbild einer genauern Prüfung zu unterwerfen. M. s. Farbenzerstreuung, Fernrohr, achromatisches. Er fand, daß in Ansehung der Brechung des Lichtes durch verschiedentlich brechende Materien es einerley wäre, ob Lampenlicht oder Sonnenlicht durch selbige gelassen würde. Hiebey entdeckte er aber eine Erscheinung, die vor ihm noch nicht bekannt war. Er machte nämlich in einem verfinsterten Zimmer ein Prisma aus Flintglas von einem Theodolit, und ließ durch eine schmale, ungefähr 15 Minuten breite und 36 Minuten hohe Oeffnung in den 24 Fuß vom Prisma entfernten Fensterladen, Sonnenlicht auf dasselbe fallen. Der Winkel des Prisma war ungefähr 60°, und das Prisma stand so vor dem Objektive des Theodolithfernrohrs, daß der Winkel des einfallenden Strahles dem Winkel des gebrochenen Strahles gleich war. Er wollte nun zuerst sehen, ob sich in dem aus Sonnenlicht gebildeten Farbenbilde ein ähnlich heller Streif, wie in dem Farbenbilde von Lampenlicht, zeigte; anstatt desselben erblickte er aber mit dem Fernrohre in diesem horizontal stehenden Farbenbilde fast unzählig viele starke und schwache vertikale Linien, die aber nicht heller, sondern dunkler sind, als der übrige Theil des Farbenbildes, und von denen einige ganz schwarz zu seyn scheinen. Wenn er das Prisma drehete, so daß der Einfallswinkel größer oder kleiner wurde, so verschwanden diese Linien, wurden aber wieder sichtbar, wenn er beym vergrößerten Einfallswinkel das Fernrohr sehr bedeutend kürzer machte, und bey Verminderung des Einfallswinkels das Okular sehr viel herauszog. Und wenn das Okular so gestellet war, daß man die Linien im rothen Theile des Farbenbildes deutlich sah, so mußte er etwas hineinschieben, um die im violetten Theile deutlich zu sehen. Machte er die Oeffnung, durch welche das Licht einfiel, breiter, so wur-

Digitized by Google

den die feinern Linien undeutlicher und verschwanden ganz, wenn diese Oeffnung über 40 Sekunden breit war; und bey einer Oeffnung, die mehr als Eine Minute Breite hatte, waren auch die breiten Linien nur undeutlich zu erkennen. Bey Veränderung der Oeffnung am Fensterladen, dahen indeß die Entfernung des Theodoliths von derselben nicht verändert wurde, blieb die Entfernung dieser Linien von einander, und überhaupt ihr Verhältniß unter einander unverändert. Sie waren immer vorhanden, und man für einem brechenden Mittel das Prisma auch befand, und andere Ergebungen der brechende Winkel desselben hatte, nur daß sie im Verhältniß der Größe des Farbenbildes, stärker oder schwächer und daher leichter oder schwerer zu erkennen waren. Selbst das Verhältniß der Linien und Streifen unter sich scheint bey allen brechenden Mitteln genau dasselbe zu seyn, so daß z. B. ein gewisser Streif sich beym Violett, in der blauen Farbe, ein anderer bey allen nur in der rothen Farbe findet, daher es leicht ist, zu erkennen, mit welchen Streifen oder Linien man zu thun hat. Sie sind sowohl in den, auch die geringste, als auch in den auf die ungewöhnliche Art in den isländischen Kalkspath gebrochenen Farbenbildern vorhanden. Die stärkern Linien machen keinswegs die Grenzen der verschiedenen Farben; es ist fast immer zu beyden Seiten einer Linie dieselbe Farbe, und der Uebergang der einen Farbe in die andere unmerklich. [illegible]

In Beziehung auf diese Linien zeichnet sich das prismatische Farbenbild der Sonne vor Licht so sehr aus, daß jedoch alle Linien unmöglich haben ausgedrückt werden können. Die gerade bey A ist das rothe, bey H das violette Ende des Farbenbildes; eine bestimmte Grenze ist aber auch keine Linie mit Sicherheit anzugeben, leichter nach der Roth- als bey Violett. In allen unmittelbaren oder von einer Spiegelfläche reflectirten Licht ausgeschlossen, so scheint auf der dritten Seite die Grenze ungefähr zwischen G und H zu fallen, auf der andern Seite in B zu seyn. Die Sonnenlichter von sehr großer Dichtigkeit sind das Vor-

Digitized by Google

bendilla fast auch wie die Höfte bleibt; um aber diese gehörige Ausdehnung desselben sehen zu können, muß das Licht von dem Raume zwischen C und D verhindert werden, in das Auge zu kommen, weil der Eindruck, den das Licht von den Grenzen das Farbenbildes auf das Auge macht, sehr schwach ist, und von dem übrigen verdrängt wird. In A ist eine scharf begrenzte Linie gut zu erkennen; auch ist hier nicht die Grenze der rothen Farbe, sondern sie geht noch merklich darüber weg. Bey a sind mehrere Linien angehäuft, die gleichsam rothen Streifen bilden. B ist scharf begrenzt und von mittelmäßiger Stärke. Im Raume von B nach C können 9 sehr feine, scharf begrenzte Linien gezählt werden. Die Linie C ist von beträchtlicher Stärke und so wie B sehr schwarz. Im Raume zwischen C und D zählte er ungefähr 70 sehr feine Linien, welche, zwey ausgenommen (wie auch die Linien zwischen B und C) nur mit starken Vergrößerungen über stark zerstreuenden Prismen deutlich zu sehen, übrigens aber sehr scharf begrenzt sind. D besteht aus zwey starken Linien, die nur durch eine helle Linie getrennt werden. Zwischen D und E zählte er ohngefähr 84 Linien von verschiedener Stärke. E selbst besteht aus mehreren Linien, von denen die in der Mitte etwas stärker ist, als die übrigen. Zwischen E und b sind ungefähr 24 Linien. Bey b sind drey sehr starke Linien, wovon 2 nur durch eine schmale helle Linie getrennt sind; sie gehören zu den stärksten im Farbenbilde. Im Raume zwischen b und F zählte er ungefähr 52 Linien. F ist ziemlich stark. Zwischen F und G sind ungefähr 195 Linien von verschiedener Stärke. Bey G sind viele Linien angehäuft, worunter sich mehrere durch ihre Stärke auszeichnen. Im Raume von G nach H zählte er ungefähr 190 Linien von sehr verschiedener Stärke. Die zwey Streifen bey H sind am sonderbarsten; sie sind beyde fast ganz gleich, bestehen aus vielen Linien, und in ihrer Mitte befindet sich eine starke Linie, die sehr schwarz ist. Von H nach i sind die Linien gleich zahlreich. Es können demnach 600 im Raume

Digitized by Google

zwischen B und H ungefähr 374 Linien gezählet werden. Die Entfernungen der stärksten Linien von einander hat er mit dem Theodolith gemessen.

Herr Fraunhofer hat sich durch viele Versuche und Abänderungen überzeugt, daß diese Linien und Streifen in der Natur des Sonnenlichtes liegen, und daß sie nicht durch Beugung, Täuschung u. d. g. entstehen. Denn läßt man das Licht einer Lampe durch dieselbe schmale Oeffnung am Fensterladen einfallen, so findet man keine diese Linien, sondern nur eine helle Linie, die mit der Linie Dd genau an einem Orte ist. Warum die Linien undeutlich werden, oder gar verschwinden, wenn die Fensteröffnung zu breit wird, läßt sich leicht einsehen. Die stärkern Linien haben ungefähr 5 bis 10 Sekunden Breite; ist die Oeffnung im Fensterladen nicht so schmal, daß das Licht, welches durch sie hindurch gehet, gleichsam nur für einen Strahl anzusehen ist, oder beträgt die Breite der Oeffnung im Winkel subtendirt mehr als die Breite der Linie, so fällt das Bild einer und derselben Linie mehrmal neben einander hin, und wird folglich undeutlich, und verschwindet, bey zu großer Breite der Oeffnung ganz. Warum beym Verdrehen der Prismen die Linien und Streifen nicht gesehen werden, ohne das Fernrohr länger und kürzer zu machen, wird aus folgenden klar.

Nur wenn die Strahlen auf ein Prisma so fallen daß der Winkel des einfallenden Strahles an der vordern Fläche dem Winkel des gebrochenen Strahles an der hintern Fläche des Prisma gleich ist, fahren sie, in Hinsicht auf Divergenz, so aus, wie sie auffallen; ist der Winkel der einfallenden Strahlen größer als der der gebrochenen, so divergiren die Strahlen nach der Brechung durch das Prisma von einem weit entlegenen Punkte her. Die Ursache ist, daß die Strahlen, die näher an der Spitze des Prisma durchgehen, einen kürzern Weg durch dasselbe zu machen haben, als die, welche von der Spitze entfernter durchgehen, wodurch zwar die Winkel der ge-

Digitized by Google

brechenden Strahlen nicht geändert, die Seiten des Prismas aber für die ausfahrenden Strahlen aber in dem einen Falle größer, in dem andern kleiner werden. Dieser Unterschied muß verschwinden, wenn die Strahlen parallel auf das Prisma fallen, welches auch der Erfahrung gemäß ist. Da die violetten Strahlen durch das Objektiv des Theodolith-Fernrohrs eine kürzere Vereinigungsweite haben, als die rothen, so ist klar, warum man das Okular verrücken muß, um in den verschiedenen Farben die Linien deutlich zu sehen.

Bey der so geringen Breite der Linien und Streifen im Farbenbilde wird, um sie gehörig darzustellen, ein Apparat von großer Vollkommenheit erfordert, mit dem man allen Abweichungen entgeht, welche sie undeutlich machen, oder ganz zerstreuen könnten. Die Seitenflächen der Prismen müssen daher sehr gut plan, und das Glas der Prismen ganz frey von Wellen und Streifen seyn. Mit einem englischen Flintglase, das nie ganz frey von Streifen ist, bekommt man nur die stärkern Linien zu sehen, und da auch das gemeine Tafelglas und das englische Crownglas sehr viele Streifen enthalten, wenn sie auch für das feyne Augenmaß schwach sind, so wählt man (wenn man nicht im Besitze eines Prisma von vollkommenem Flintglase ist) am besten eine stark zerstreuende Flüssigkeit z. B. Alkohol, um alle Linien zu sehen; doch muß dann das prismatische Gefäß sehr vollkommen ebene und parallele Seitenflächen haben. Bey allen Prismen müssen die Seitenflächen mit der Grundfläche ziemlich nahe 90° machen, und die Grundfläche muß horizontal vor dem Fernrohre liegen, wenn die Axe des Fernrohrs horizontal läuft. Die schmale Oeffnung, durch welche das Licht einfällt, muß genau vertikal stehen u. s. f. Die Ursache, warum Undeutlichkeit entstehet, wenn eins oder das andere vernachlässiget wird, ist leicht einzusehen.

Da die Linien und Streifen in dem prismatischen Farbenbilde des Sonnenlichtes eines jeden brechenden Mittels von gleicher Dichtigkeit wahrgenommen werden,

Digitized by Google

so gab dies Herr Grauhofer die Veranlassung, die selben zur Bestimmung des Brechungs-Vermögens für jeden farbigen Strahl des Sonnenlichtes in einem brechenden Mittel zu gebrauchen, welches mit großer Genauigkeit geschehen konnte, da der größte Theil der Linien sehr scharf begrenzt ist. Hiezu wählte er besonders die stärkern Linien, und besonders die mit B, C, D, E, F, G und H bezeichneten Linien. M. s. Farbenbild, Farbenzerstreuung.

Der Herr Geheime-Rath v. Goethe hat außer den im Artikel S. 743. f. Th. II. bemerkten herausgegebenen Beyträgen zur Optik nachher noch eine eigene Schrift über Farben so wohl in physischer als auch in ästhetischer Hinsicht *) bekannt gemacht, in welcher er außerordentlich viele und schöne Versuche beschreibet, und über das Aesthetische der Farben viel Schönes und Vortreffliches mit einer ihm eigenen und bekannten Beredsamkeit saget. Nur ist es durch die außerordentlich mannigfaltigen Erscheinungen der farbigen Ränder an Gegenständen, welche man durch ein Prisma da bemerket, wo sich ein solcher Gegenstand gegen einen hellern oder dunklern Körper abschneidet, auf einige Schlüsse gekommen worden, die gleichwohl, nämlich, daß alle diese Erscheinungen durch der Newtonischen Farbenlehre gar nicht erklärt werden könnten, und belegt so wohl den größten Verfasser, als alle diejenigen, welche seine Theorie als die allgemein gültigste und natürlichste angenommen haben, mit dem Namen von Schwachköpfen und andern beleidigenden Ausdrücken. Allein diese im wallenden Blute ausgesprochenen Aeußerungen, die sogar auch Herr Oken in seiner Isis im kältern Blute nachgesprochen hat, können der Sache nicht im geringsten schaden, und abgesehen von diesen bittern Aeußerungen bleibt immer des Herrn v. Goethe Werk: zur Farbenlehre, nicht allein wegen der mannigfaltigen Abänderungen der zahlreichen Versuche

*) Zur Farbenlehre. Tübing.

über die Entstehung der Farben, sondern auch wegen des Schönen, was er über die Farben, und deren Contraste in Rücksicht auf die Farbe- und Malerkunst gesaget hat, schätzbar.

(Zus. zu S. 355. Th. II.). Ueber die Farben dünner Flächen waren nach Newton wenige fortgesetzte Beobachtungen angestellet worden. Jordan sucht die Erscheinungen der Farbenringe an dünnen Blättchen ganz allein aus der Beugung des Lichtes zu erklären, und bemerket, daß die von Newton erdachten Anwandlungen des leichtern Durchgehens und der leichtern Reflexion der Lichtstrahlen in der Natur gar nicht aufgefunden werden.

Dr. Thom. Young *) hat eine Vorrichtung angegeben, um die Farben dünner Flächen mittelst des Sonnenmikroskops deutlich darzustellen. Hiebey, bemerket er, sind, um die vortheilhafteste Wirkung zu erlangen, einige Kunstgriffe zu beobachten nöthig. Man nimmt diese Farben besonders in den Tafeln wahr, worin Glimmer und Frauenglas sich so willig theilen lassen. Newton stellte, wie bekannt, seine Versuche hauptsächlich über die Farben der Seifenblasen und über diejenigen Farben an, welche entstehen, wenn zwey Glaslinsen einander berühren. Um diese Farben durch Seifenwasser darzustellen, hat Jordan folgendes Verfahren angegeben: Man taucht die Oeffnung eines Weinglases in schwaches Seifenwasser und hält dann das Glas horizontal, indem man es gegen einen verticalstehenden Gegenstand z. B. gegen einen Fensterladen, anlehnet; da alsdenn das Häutchen, welches die Oeffnung des Weinglases bedeckt, in senkrechter Lage ist. In derselben Lage verursachet die Schwere der Flüssigkeit, daß das Häutchen unten immer dicker und in den übrigen Stellen allmählig immer dünner wird, bis es endlich an der obersten Stelle zerreißet. In diesem Falle erscheinen

*) Gilbert's Annalen der Phys. B. XXIV. S. 98. f.

die Farben in Gestalt horizontaler Streifen auf ähnliche Art, wie die umständlicher zu beschreibenden Ringe.

Es hatte Newton bemerkt, daß diejenigen Farben, welche so von einer Fläche eines dichtern Mittels zurückgeworfen werden, lebhafter als diejenigen sind, welche entstehen, wenn eine dünne Platte eines dünnern Mittels zwischen zwey dichtern Mitteln liegt. Wahrscheinlich, meint Young, habe diese anscheinende Verschiedenheit ihren Grund in der Menge fremden Lichtes, welches gemeiniglich in dem Versuche gegenwärtig ist, und das sowohl von der obern Oberfläche des obern Mittels, als von der untern Oberfläche des untern Mittels, die oft beynahe parallel mit den sich berührenden Oberflächen sind, zurückgeworfen wird. Es ist daher wichtig, dies fremde Licht zu entfernen, welches sich dadurch bewirken läßt, daß man dem einen Glase die Gestalt eines Prisma giebt, und die untere Oberfläche des andern Glases mit schwarzem Siegellack überzieht. Dann wirft die obere Fläche des obern Glases das Licht in einer andern Richtung zurück, und an der untern Fläche ist die Reflexion ganz oder beynahe aufgehoben. Mit Hülfe dieses Kunstgriffes lassen sich die Farbenringe, welche in dem reflektirten Lichte entstehen, mittelst des Sonnenmikroskops zu einem äußerst schönen Gegenstande machen.

Man nehme daher ein keilförmiges gläsernes Prisma und bringe damit die Oberfläche einer Glaslinse in Berührung, welche zu einer Kugelfläche von 5 bis 10 Fuß Halbmesser gehören muß. Beyde Gläser müssen mittelst dreyen Schrauben in ihrer Lage und mit Kraft an einander gehalten werden. Um nun diese Gläser an das Sonnenmikroskop anzubringen, ist es rathsam sie in einen Cylinder zu befestigen, welcher groß genug ist, um über die Gläser und Schrauben hervorragen, damit man sie leicht drehen könne, bis sie das von dem Spiegel kommende Licht in die Richtung der Axe des Mikroskops zurückwerfen; und es ist klar, daß sie in diesem Falle etwas gegen den Horizont geneigt seyn müssen, so daß

der Focus des ganzen Bildes nie gleich vollkommen seyn wird, und daß die Farbenringe an dem Papierschirme oval erscheinen werden. Auf diese Art lassen sich leicht 8 bis 10 Farbenfolgen wahrnehmen, die aber in ihrer Ordnung und Folge zu zusammengesetzt sind, als daß man sie leicht entziffern könnte. Denn sie bestehen in der That aus einer unendlichen Zahl von Reihen von Ringen verschiedener Größe, und jede dieser Reihen enthält alle Gradationen des Lichtes des prismatischen Bildes. Nahe bey dem Mittelpunkte sind diese hinlänglich von einander getrennt, um deutlich zu erscheinen, entweder allein, oder in Verbindung; nach 8 bis 10 Abwechselungen aber verliehren sie sich in die allgemeine Wirkung weißen Lichtes.

Denn wenn man auf die Gläser blos homogenes Licht fallen läßt, welches aus dem übrigen durch die Brechung in einem Prisma oder auf eine andere Art gesondert worden ist, so nehmen die Ringe einer jeden Farbe, und die dunkeln Zwischenräume zwischen denselben, die ganze sichtbare Fläche ein, und ihre Zahl wird blos durch das Vermögen des Auges, Gegenstände wahrzunehmen, beschränkt, welche so klein sind, als die äußersten Ringe werden, weil die Luftschicht zwischen beyden Gläsern in den Stellen, von welchen diese Ringe herrühren, bey der gekrümmten Gestalt des einen Glases sehr schnell an Dicke zunimmt.

Hat man diesen Umstand gehörig eingesehen, so läßt er sich auf eine noch elegantere Art folgender Maßen erläutern. Man stelle ein Prisma wenige Fuße von dem Sonnenmikroskope, lasse blos eine schmale Linie auf der Oberfläche desselben dem einfallenden Lichte blos gestellet seyn, und werfe auf dasselbe die Farbenringe in einer solchen Richtung, daß diese Linie durch die Mittelpunkte derselben gehe. Sieht man nun dahin, daß von dem so entstehenden prismatischen Bilde alles fremde Licht entfernet bleibe, so stellt es eine sehr schöne Analyse dieser Farben dar. Denn die Lichtlinie besteht aus

Digitized by Google

Portionen der Ringe von allen möglichen Abstufungen der Farbe, von welchen jedes eine gebrochene Linie bildet, die indeß nicht von gleichen Dimensionen sind; und durch die Brechung im Prisma werden alle diese gebrochenen Linien von einander getrennt und parallel neben einander gestellt, wegen der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes, aus dem sie bestehen. So wird die gebrochene Linie des äußersten Roth, welche aus den längsten Portionen besteht, am wenigsten gebrochen; die andern Roth folgen, und werden mit dem erstern und unter einander in Berührung gebracht, doch der verschiedenen Größe der Portionen zu Folge etwas schief. Auch die dunkeln Räume sind in Berührung mit einander, und bilden eine Trennung zwischen jeder Portion des Lichtes. Auf dieselbe Art folgen die grünen auf die rothen, mit ein wenig oder gar keinem sichtbaren Gelb. Die blauen und violetten sind etwas vermischt; denn diese beyden Farben werden durch dünne Platten in viel kleinere Räume als durch das Prisma gebracht. Deßhalb ist jede Portion des Lichtes, die durch an einander stoßende Linien der verschiedenen Farben gebildet ist, nicht mit geraden, sondern mit krummen Linien begränzt. Zieht man irgendwo eine Linie quer durch dieses zusammengesetzte Spectrum, so zeigt sie die Grundtheile, aus welchen das die Ringe an dem Theile ausmachende Licht besteht. Denn das Prisma zerstreuet die Farben allein nach einer Richtung quer durch dieses Spectrum; und man bemerkt, daß nach der 8ten oder 10ten Abwechselung das an jedem Punkte hindurchgelassene Licht so gemischt ist, daß sich daraus begreifen läßt, warum es weiß erscheinet.

Auch die Farben dünner Flächen, die bey dem Durchgange des Lichtes entstehen, lassen sich leicht durch das Sonnenmikroskop darstellen; da es aber unmöglich ist, eine große Menge von Licht, welche nichts zur Bildung derselben beyträget, auszuschließen, so zeigen sie sich nie so glänzend, als die durch Zurückwerfung gebildeten Farben.

Digitized by Google

Eine große Anzahl von Versuchen über die Entstehung der farbigen Ringe hat Herschel *) angestellet, theils um diesen schwierigen Theil in der Farbenlehre zu einer größern Vollkommenheit zu erheben, und theils auch die wahren Gründe ihres Entstehens aufzufinden. Newton's Erklärung genüget ihm nicht. Seine erste Untersuchung geht vorzüglich auf die möglichst genaue Bestimmung der verschiedenen Modificationen des Lichtes, welche sich in diesen Erscheinungen zeigen. Er beschreibet zunächst mehrere Arten, die farbigen concentrischen Ringe theils durch Reflexion theils durch Refraction des Lichtes sichtbar zu machen. Er leget auf einen Tisch, der vor einem Fenster stand, ein Stück Glas mit vollkommen ebenen parallelen und gut polirten Flächen, und auf dieses eine biconvexe Linse von 20 Zoll Brennweite. Wenn nun die Lichtstrahlen von dem Fenster unter einem Winkel von 30° (mit dem Einfallslothe) auf die Glaslinse fielen, und das Auge die an der entgegengesetzten Seite zurückgeworfenen Strahlen mittelst eines 2½ zölligen Oculargläses unter demselben Höhenwinkel auffing, so zeigte sich ein Kranz von sehr schönen concentrischen Ringen. Ein solcher zeigte sich überhaupt immer, es mochte statt des ebenen Glases die ebene Fläche einer planconvexen oder planconcaven Linse von beliebiger Brennweite genommen werden, wenn nur die Fläche, mit welcher die andere Linse auf sie geleget wurde, convex war, die andere Fläche dieser letzten Linse mochte plan, oder convex oder concav und von jeder willkührlichen Brennweite seyn. Selbst ein gewöhnliches Uhrglas auf irgend eine ebene Glasplatte gelegt bringt diese Erscheinungen hervor. Die convexe Seite einer Glaslinse auf einen metallenen Planspiegel gelegt, zeigt ebenfalls einen vollständigen Kranz von concentrischen Farbenringen, jedoch aber viel matter, als wenn die Glaslinse auf einem ebe-

*) Philosoph. Transact. of the royal society of Lond. for the year 1807. P. II. p. 378. sqq. for 1809. P. I. p. 269. sqq. for 1810. P. II. p. 149. sqq.

Digitized by Google

nen Vase liegt. Im allgemeinen erscheinen die Farben-Ringe durch reflektirtes Licht, wenn auch auf die convexe Seite eines Planconvexenglases eine biconvexe oder planconvexe oder concavconvexe Linse gebracht wird.

Ferner giebt Herr Herschel drey Arten an, die farbigen concentrischen Ringe durch gebrochenes Licht sichtbar zu machen. Wenn man besonders die beyden Gläser, welche diese Ringe hervorbringen sollen, auf einen Ring eines Gestelles legt, und unter demselben, in einem gewissen Abstande, ein brennendes Licht setzt so, daß die Lichtstrahlen wieder unter 30° auf die Gläser fallen, und dann das Auge oberhalb des Apparats in dieselbe Lage bringt, als wenn die Ringe durch Zurückstrahlung sichtbar würden; so sieht man sie mittelst der durchgehenden Strahlen des Kerzenlichtes. Noch besser aber ist es, bey diesem Apparate sich des Tageslichtes mittelst eines kleinen Metallspiegels, wie bey den zusammengesetzten Mikroskopen, zu bedienen.

Herschel fand auch bey Anstellung seiner Versuche ein Mittel, einen Kranz von Ringen in einer solchen Lage bemerkbar zu machen, wo man sie noch nie gesehen hatte, wodurch er mehr auf die wahre Ursache ihrer Entstehung zu kommen glaubte. Dieser Kranz ist nämlich jederzeit mit einem Hauptkranze verbunden, und wird daher von Herschel ein Nebenkranz genennt.

Ueberhaupt kann man zwey oder mehrere Kränze von farbigen Ringen mittelst des Schattens eines dünnen undurchsichtigen Körpers, z. B. der Klinge eines spitzen Federmessers, hervorbringen. Hält man nämlich die Spitze des Federmessers auf die obere Fläche einer ebenen Glasplatte, oder einer convexen Glaslinse, so wirft diese Spitze zwey Schatten, von welchen man den einen auf der vordern, und den andern auf der hintern Fläche der Glasplatte oder der Linse sieht. Auf diese Art geben zwey dicht auf einander gelegte Stücke Glas drey Schattenbilder, von welchen der zweyte (von oben) dunkler als der erste, der dritte aber schwach ist. Dagegen ist dieser

Digitized by Google

letztere der dunkelste, wenn man statt des untern Glases ein Stück eines Glasspiegels nimmt. Wählt man statt des Glasspiegels einen Metallspiegel, so werden die Schattenbilder intensiver und deutlicher. Alle diese Schattenbilder lassen sich durch eine schickliche Bewegung des Federmessers leicht dahin bringen, daß sie sich decken, wodurch nur ein einziges sehr dunkeles Bild erhalten wird. Soll dies auf einen verlangten Punkt hinfallen, so hält man das Federmesser etwa einen halben Zoll über den Gläsern, und geht mit seiner vorwärts (nach dem einfallenden Lichte zu) gekehrten Schneide langsam gegen das einfallende Licht. Dabey muß das Federmesser ein wenig nach vorn geneigt gehalten werden, um das Licht von der untern Fläche der Klinge des Federmessers abzuhalten. Das Schattenbild, das man brauchen will, muß an seinem schmalen Theile genommen werden.

Mit Hülfe dieser Schattenbilder wird es leicht, zwey und mehrere Kränze von farbigen Ringen auf einmal zu sehen. Wenn man durch einen ebenen Spiegel mit einer darauf gelegten biconvexen Linse den Hauptkranz von farbigen Ringen zu Stande gebracht hat, so bringe man nun den dritten Schatten des Federmessers über denselben, so wird man die übrigen Kränze farbiger Ringe erscheinen sehen. Erblickt man den zweyten oder Nebenkranz noch nicht, so wird man ihn gewiß gewahr, wenn man auch das zweyte Schattenbild des Federmessers über den Hauptkranz bringt, und um ihn alsdann recht vollkommen zu sehen, bringe man die Vereinigung aller dreyer Schatten auf diesen Nebenkranz, und zwar an einem Punkte, wo er diesen zweyten Kranz ganz bedeckt, wobey der dritte Schatten den Hauptkranz nicht berühren darf. Beyde Kränze sind einander so nahe, daß oft einige ihrer Ringe einander schneiden. Hat man einmal den Nebenkranz erhalten, so läßt er sich sehr leicht abwechselnd mit dem Hauptkranze betrachten; man brauche zu dem Ende nur das Federmesser ein wenig zu bewegen, so daß der dritte Schatten hin und her geht.

Digitized by Google

Auch lassen sich zwey Kränze von farbigen Ringen hervorbringen, wenn man auf einen metallenen Planspiegel entweder ein Planglas mit parallelen Flächen, oder die ebene Fläche einer planconvexen oder planconcaven Glaslinse, und auf das obere Glas die convexe Fläche einer biconvexen oder planconvexen Glaslinse von ungefähr 17 Zoll Brennweite leget.

Legt man auf ein biconvexes Glas von ungefähr 50 Zoll Brennweite ein Planglas, und darauf eine biconvexe Glaslinse von 26 Zoll Brennweite, so zeigen sich zwey Kränze von ungleicher Größe; der größere gehört der 50 zölligen, der kleinere der 26 zölligen Linse an, und sind zwey Hauptkränze. Beweget man die oben auf liegende Linse oder das Planglas etwas hin und her, so kann man machen, daß diese beyden Kränze sich nach jeder beliebigen Richtung durchschneiden; der kleinere Kranz läßt sich auf den größern legen, und beyde lassen sich von einander entfernen und einzeln an eine bestimmte Stelle des Glases bringen; ein Beweis, daß der eine von dem andern ganz unabhängig, und nicht dessen Nebenkranz ist. Neben ihnen läßt sich mit Hülfe des Federmessers der Nebenkranz der 26 zölligen Linse erhalten; dieser verläßt, wenn man die Gläser bewegt, nie seinen Hauptkranz, indeß der Kranz der 50 zölligen Linse quer durch diese beyden hinlaufen kann.

Wenn auf die beschriebene Art mehrere Gläser oder Linsen, von welchen die oberste biconvex oder planconvex ist, auf einander geleget werden, so erzeugen sich dadurch auch mehrere Kränze farbiger Ringe; jedoch nimmt die Schwierigkeit, sie alle zugleich zu sehen, mit ihrer Anzahl zu.

Auf die Größe der Ringe hat der Druck einen beträchtlichen Einfluß. Sie werden breiter, wenn man die beyden sie bildenden Oberflächen stark an einander drückt, und schmäler, wenn dieser Druck allmählig nachläßt. Der kleinste Ring eines Kranzes kann durch dies Mittel bis zum zweyfachen und dreyfachen Durchmesser vergrößert

Digitized by Google

werden. Zugleich bringt auch der Druck eine besondere Wirkung auf die Farbe der Ringe hervor. Liegt eine biconvexe Linse von 14 oder 15 Zoll Brennweite auf ein Planglas, so sind die ersten Farben, mit welchen der Kranz ganz matt zu scheinen anfängt, roth umgeben von Grün. Das geringste Drücken verwandelt das Centrum in Grün, umgeben von Roth. Ein noch größerer Druck giebt aufs neue ein ganz rothes Centrum, und so geht die Abwechselung der Farbe 6 bis 7 mal fort; so vielmal erscheint das Roth in der Mitte wieder, dann aber bringt der stärkste Druck im Centrum blos einen großen schwarzen Fleck mit weiß umgeben hervor.

Die Ringe, welche mittelst durchfallenden Lichtes gebildet werden, zeigen ähnliche Abwechselungen der Farben bey stufenweis verstärktem Drucke, und wenn sie bis zur größten Ausdehnung gebracht sind, so ist das Centrum der Ringe ein großer weißer Fleck, umgeben von Schwarz.

Herschel wollte beobachtet haben, daß beym Farbenwechsel der Ringe der schwarze mittlere Fleck bey großen Objektiven förmlich in permanente Farben zerleget werde. Bey der vollen Berührung sehr kleiner Glaslinsen mit Planglasern entstehen nur schwarze und weiße Centralkreise, um welche man mit bloßem Auge keine farbigen Ringe sieht. Mit einer biconvexen Linse von 4 Zoll Brennweite fangen die Außenringe an, eine blaßrothe Farbe zu erhalten. Mit 5 bis 7 Zoll Brennweite erhöht sich diese Farbe, und mit 16 bis 20 zölligen Linsen kommen allmählich auch grüne Ringe zum Vorschein. Bey 26 Zoll werden schwarze, weiße, rothe und grüne Ringe sichtbar, auch fängt der centrale schwarze Fleck schon an, sich aufzulösen, und ins Violette, Indigofarbene oder Blau zu spielen. Noch mehr löset er sich bey 34 Zoll Brennweite, und geht in eine Art von gelblichem Grau über. Bey einer Linse von 42 bis 48 Zoll Brennweite lassen sich gelbliche, von 55 bis 59 Zoll blaue, und von 9 bis 11 Fuß Brennweite einige orangefarbene

Digitized by Google

Ringe von den gelben, ingleichen indigofarbene von den blauen unterscheiden. Eine Brennweite von 14 Fuß zeigt schon violette Ringe, und unter einer 122 füßigen Linse, die auf einem Planglase dicht aufgedrückt wird, ist die Farbe des centralen Kreises völlig aufgelöset; der unter kleinen Linsen schwarz erscheinende centrale Kreis zeigt sich unter ihr violett, Indigo und blau mit etwas untermengtem Grün, und der weiße Ring, welcher ihn umschließt, grün, umgeben von Gelb, Orange und Roth.

Die am meisten brechbaren Strahlen liegen jederzeit dem Centrum eines Kränzes zugekehrt, man mag die Ringe mit Hülfe der Zurückwerfung oder des Durchganges des Lichtes wahrnehmen; oder man mag ihre Farben auseinander und wieder in einander treten lassen, in welchem letztern Falle einige derselben immer etwas früher verschwinden als andere, die übrig bleibenden aber ihre Folge nicht verändern. Demnach folgen Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange und Roth auf einander. Dieselbe Ordnung gilt auch für die Nebenkränze; immer bilden die brechbarsten Strahlen die kleinsten Ringe.

Wenn sich zwey Kränze von Ringen zugleich zeigen, und die Mitte des Hauptkranzes schwarz ist, so erscheinet diese Stelle des Nebenkranzes weiß, und umgekehrt; oder wenn die Mitte des erstern roth oder orangenfarbig seyn sollte, so ist die des letztern grün, und wieder umgekehrt. Die Größe der Ringe steht in einer ähnlichen Beziehung, indem immer die weißen Ringe in dem einen Kranze einerley Durchmesser mit den schwarzen Ringen in dem andern Kranze, und eben so die orangefarbigen in jenem mit den grünen in diesem haben. Sind mehrere Nebenkränze sichtbar, so stimmen diese insgesammt, in Hinsicht der Farbe und Größe, mit einander überein: wechseln aber in Absicht der Farbe und Durchmesser der einzelnen Ringe mit dem Hauptkranz.

Digitized by Google

Wenn den Farbenringen zuvor von einander abhängigen Kränze die Schattenspitze eines Federmessers oder eines andern dünnen Körpers nahe gebracht wird, so erleiden dieselben eine plötzliche Veränderung der Farben.

Alle diese Erscheinungen sucht Herschel durch Zurückwerfung des Lichtes, welches durch die über einander liegenden Gläser durchgegangen und an den Flächen die farbigen Ringe verursachet hat, zu erklären. Der Hauptkranz der farbigen Ringe entsteht nämlich da, wo die beyden Glasflächen einander berühren, und von wo aus die zurückgeworfenen Strahlen ins Auge kommen; dagegen bildet sich der Nebenkranz durch einen andern Theil des durch den Glasspiegel hindurchgegangenen Lichtes auf der Metallbelegung der Hinterfläche desselben, wo es in unser Auge ebenfalls zurückgeworfen wird.

Herschel stellte nun auch mehrere Versuche an, um die Verrichtungen der verschiedenen Oberflächen der auf einander liegenden Gläser bey der Entstehung der Farbenringe auszumitteln. Das Resultat derselben von zwey über einander liegenden Gläsern ist folgendes:

1. Blos zwey der Oberflächen tragen zur Bildung des concentrischen Ringes wesentlich bey.

2. Diese beyden Oberflächen müssen eine gewisse Regelmäßigkeit haben, welche eine centrale Berührung derselben gestattet.

3. Die Lichtstrahlen müssen von der einen oder andern Seite, entweder durch den Berührungspunkt selbst, oder durch die ihm nahe liegenden Theile der einen Oberfläche hindurchgehen, um von der andern Oberfläche zurückgeworfen zu werden.

4. In allen diesen Fällen entsteht ein Kranz von Ringen, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt an der Stelle ist, wo die beyden Oberflächen einander berühren.

Herschel schließt hieraus, daß die Erscheinung der concentrischen Ringe ihren zureichenden Grund entweder in der eigenthümlichen Beschaffenheit und Bewegung der

Digitized by Google

Lichtstrahlen oder in der Modification haben müsse, welche die Lichtstrahlen von den beyden wesentlich nöthigen Oberflächen in dem Augenblicke erhalten, wenn die Ringe sichtbar werden. Daß sich diese Erscheinungen nicht, wie Newton meint, aus der Eigenschaft der Lichtstrahlen, abwechselnd leichter zurückgeworfen, und leichter durchgelassen zu werden, erklären lassen, sucht Herschel durch mehrere Versuche zu beweisen. Folgender ihm eigener Versuch zeigt besonders, daß weder dünne oder dicke Luftschichten, noch Glasblättchen zur Entstehung farbiger Ringe unumgänglich nothwendig sind. Er stellte in einem verdunkelten Zimmer einen 7 füßigen sehr schönen polirten Hohlspiegel von Metall, welcher also nur eine wirkende Fläche hatte, 14 Fuß hinter einen weißen Schirm, in dessen Mitte ein Loch 0,1 Zoll im Durchmesser angebracht war, und richtete ihn so, daß er den durch dieses Loch fallenden Sonnenstrahl in dasselbe wieder zurückwarf, und also der Schirm völlig frey von Licht blieb. Darauf ließ er, während er den Schirm im Auge behielt, von einem Gehülfen mit einer Quaste etwas Haarpuder in den Sonnenstrahl streuen, und sogleich erschien auf dem Schirme der schönste Kranz concentrischer Kreise, in welchem sich alle glänzende Farben des Regenbogens zeigten. Die Größe der Ringe ließ sich sehr verändern, je nachdem die Staubwolke näher oder ferner von dem Spiegel erzeugt wurde; je weiter sie von dem Spiegel abstand, desto kleiner wurden die Ringe. Die Erscheinung dieser Ringe leitet Herschel von der Beugung ab, welche die Lichtstrahlen von den in der Luft schwebenden Pudertheilchen leiden, nachher modificirt durch die Krümmung der zurückwerfenden Spiegelfläche. Hiebey ist nun weder ein Glasblättchen noch eine Luftschicht im Spiele, die zwischen zwey andern Oberflächen läge, und von welchen die verschiedenen farbigen Lichtstrahlen ungleichförmig zurückgeworfen oder durchgelassen werden könnten. Auch läßt sich der Luftraum zwischen dem Spiegel und den Pudertheilchen

Digitized by Google

für keine solche wirkende Luftschicht nehmen. Denn die Staubwolke, die sich durch den Sonnenstrahl herabsenkt, verbreitet sich durch einen so großen Raum, daß die einzelnen schwimmenden Staubtheilchen unmöglich eine gleiche Entfernung von der Spiegelfläche haben können.

Herschel suchte in der Fortsetzung seiner Versuche die verschiedenen Modificationen aufzufinden, welche das Licht von den Körpern oder deren Oberflächen verschiedentlich erleidet, je nachdem der ihnen sich nähernde Lichtstrahl in sie hinein, oder dicht bey ihnen vorbey gehet, um dadurch, wo möglich, die Ursache der farbigen Ringe zwischen den Gläsern, die man an einander drückt, und ähnlicher Erscheinungen zu erforschen. Er fand, daß von den verschiedenen Gestalten der an einander gedruckten Glasflächen die Erscheinung der farbigen Ringe abhänge, und daß, so verschieden auch die Phänomene dieser Art seyn mögen, sie sich sämmtlich aus den gewöhnlichen Brechungsgesetzen ableiten lassen. Diejenige Brechung nämlich, welche die aus dem Glase ausfahrenden Strahlen erleiden, verursachet die Erscheinung der farbigen Ringe, indem, nach Beschaffenheit des Einfallswinkels und des Brechungsverhältnisses, manche Gattungen des gefärbten Lichtes zurückgeworfen werden, andere aber durchgehen. Herschel nennt dies eine kritische Trennung der verschiedentlich gefärbten Strahlen des Lichtes, und wählt diese Erklärungsart statt der von Newton sogenannten Anwandlungen, leichter zurückgeworfen, oder leichter durchgelassen zu werden.

Herr Hofr. Parrot hatte ebenfalls versucht, eine Theorie über die Entstehung der Farbenringe zwischen Glaslinsen in seinem Lehrbuche der Physik aufzustellen, mit welcher der Herr Prof. Brandes nicht zufrieden war, und einige Bemerkungen dagegen machte. Herr Parrot führt aber dagegen an, daß Herr Brandes ihn etwas sagen lasse, was er nicht gesagt habe. Um indessen alle dabey vorfallenden Schwierigkeiten zu he-

Digitized by Google

seitigen, hat Herr Parrot seine Theorie über diesen schwierigen Gegenstand ausführlicher darzustellen gesucht *). Er geht vorzüglich von dem Erfahrungssatze aus, daß an der Glasoberfläche, in welcher die Brechung des auffallenden Lichtes erfolget, durch das auffallende Licht Wärme erzeuget wird, wodurch dasselbe verschiedentlich modificirt wird. Sobald nämlich das Licht in das Glas eingetreten ist, findet keine Brechung mehr statt, und die Versuche des Herrn Malus zeigen, daß an derselben Fläche das Licht so modificirt wird, daß es um so mehr oder weniger durch eine andere Glasfläche angezogen wird, und also in seinen chemischen Eigenschaften eine Aenderung erlitten hat. Solche Prozesse kennen wir an der hintern Glasfläche nicht, und wenn bey dem Austreten des Lichtstrahls aus der Glasmasse ein Wärmeprozeß entstehet, so kann es nur der negative des ersten seyn, d. h. Wärmebinden.

Dabey wird eine völlige Durchsichtigkeit der Glasmasse vorausgesetzet; ist sie aber nicht völlig durchsichtig, so bindet sie innerhalb, durch ihre ganze Dicke, einen kleinen Theil des Lichtstoffes, und entbindet dafür etwas Wärmestoff. Allein man würde irren, wenn man annähme, daß der ganze Unterschied zwischen den eindringenden und den in der Richtung der Brechung wieder ausgehenden Strahlen verschluckt oder gebunden werde; der größte Theil davon zerstreuet sich nach allen Richtungen als sichtbares Licht; welches deutlich daraus hervorgehet, daß man jeden Bündel von Lichtstrahlen, der durch eine Glas- oder Wassermasse durchgehe, seitwärts betrachtet, als einen leuchtenden Körper sieht; ein Phänomen, welches nicht statt finden könnte, wenn nicht ein bedeutender Theil des Strahlenbündels von seiner durch die Brechung erhaltenen Richtung im durchsichtigen Mittel selbst nach allen Richtungen entlockt würde. Der kleine Antheil von Wärme, der sich durch die Bindung

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LI. S. 286. ff.

Digitized by Google

der höchst geringen Lichtmenge innerhalb der Glasmasse entwickelt, erwärmt diese gleichförmig, und also auch die Luft an beyden entgegengesetzten Oberflächen gleich. Mithin kann die Erwärmung keinen Unterschied in der Brechung der Lichtstrahlen hervorbringen, weder an einer einzigen Glasplatte, noch wenn man zwey derselben mit einander combinirt. Man hat es also nur allein mit derjenigen Wärme zu thun, welche an den Eintrittsflächen entwickelt wird. Die untere Fläche der obern, gegen die untere Platte geneigten, Ebene thut weiter nichts im Phänomene der Farbenringe, als die Schichten der durch die untere Platte erwärmten Luft zu begränzen.

Es sey (Fig. 32.) AOB der Winkel, den die obere Fläche AC der untern Platte mit der untern Fläche BC der obern Platte macht, und ab die Grenze, bis zu welcher die für dieses Phänomen noch merklich erwärmten Luftschichten reichen, so wird bCc der Raum seyn, in welchem die Farbenringe möglich sind, und Cc die Fläche, auf welcher sie uns erscheinen, da im Raume jenseits bc die Brechung nur weißes Licht erzeugen kann. Daraus ist schon klar, daß bey gleicher absoluten Höhe bc des Brechungsraumes, das Feld der Farbenringe desto größer seyn müsse, je kleiner der Winkel ist. Ein Satz, der durch die wirkliche Weite des Feldes aller Farbenringe unter verschiedenen Umständen, nach der Krümmung der Objektivgläser, der Prismen und der Platten völlig bestätigt wird. Indem nun die auf cC entwickelte Wärme sich nach den obern Schichten verbreitet, stößt sie desto früher an die obere Platte BC, je näher an C der Punkt ihrer Entwickelung ist; diese obere Platte, nicht nur als schlechterer Leiter, sondern vorzüglich als eine in Bezug auf die Luft heterogene Substanz, hält die Ausbreitung der Wärme auf. Diese aufgehaltene Wärme erhöht die Temperatur der Luftschichten bey bC, so daß das Gesetz der Wärmeabnahme von cC an minder convergiren wird, und je näher an o, desto weniger. Folglich wird der Temperatur- und

Digitized by Google

Dichtigkeits-Unterschied deste kleiner seyn, je näher man an C anrückt, und ganz in C muß er = o seyn. Folglich nimmt auch das Brechungsvermögen allen dünnirten Luftschichten von bc an nach C ab. Da außerdem der brechenden Schichten immer weniger sind, je näher man an C anrückt, so muß die Brechung der Lichtstrahlen und ihre Zerstreuung von bc an nach C abnehmend, oder von C an nach bc zunehmend seyn. Bey convexen Oberflächen sind die Dichtigkeitszunahmen, so wie die Höhen des Brechungsraums, noch mehr unter sich verschieden, folglich auch die Brechungen und Zerstreuungen der Lichtstrahlen.

Wenn ein Lichtstrahl unter irgend einem Einfallswinkel bey d in den Brechungsraum tritt, so wird, der allgemeinen Brechung unbeschadet, und vermöge des Brechungsgesetzes der farbigen Strahlen, der violette Strahl, als derjenige, welcher die größte Brechfähigkeit hat, sich mehr nach C wenden, als alle übrigen, und der vorher ungefärbte Strahl wird zerlegt, und die Reihe der gefärbten Strahlen wird seyn, von C nach A, violett, grün, roth und die übrigen dazwischen in ihrer Ordnung.

Vorläufig macht Herr Parrot noch folgende zwey Bemerkungen: erstens; Newton führet an, daß bey den reflektirten Bildern nach dem schwarzen Flecken der Mitte ein blauer Ring folge, zwischen dem schwarzen Flecken und dem darauf folgenden weißen breiten Ringe. Diesen blauen Ring hat aber Parrot nie gesehen, so viele Versuche er auch mit verschiedenen Objektivgläsern, selbst von 100 Fuß Brennweite angestellet hat. Zweytens: Bey den Bildern, welche mittelst des durchgehenden Lichtes entstehen, hat er auch nicht die entgegengesetzte Farbenfolge von der der reflektirten Bilder beobachtet, welche Newton in seinem Schema angiebt, sondern völlig dieselbe, welche die reflektirten Bilder liefern, mit der Ausnahme der Mitte, wo Weiß an die Stelle des Schwarzen tritt. In diesem durchgehenden Bilde ist der mittlere weiße Fleck ganz bestimmt mit ei-

Digitized by Google

nem leicht orangenen Ringe begrenzt, der sich in einen dunkeln Ring verliehret, welcher äußerlich von einem blauen Ringe begrenzt ist, der den Anfang der übrigen farbigen Ringe macht, deren Ordnung von hier an völlig dieselbe ist, als die der zurückgeworfenen Bilder.

Es sey (Fig. 53.) A B C E D ein Vertikalschnitt des Raums zwischen zwey Objektivgläsern, in welchem die Zerlegung des auffallenden Lichtes statt findet, und a b ein solcher Strahl, so muß der violette Strahl b v gegen die Mitte C zu fallen, die übrigen in der gezeichneten Ordnung, grün, roth. Dasselbe gilt von den Strahlen a' b' auf der andern Seite, und gleichfalls, wenn man einen vertikalen Durchschnitt nimmt, der mit diesem einen rechten Winkel macht. Kurz von allen Seiten her müssen die in der Richtung a b, a' b' fallenden Strahlen so zerlegt werden, daß die violetten Strahlen gegen die Mitte zu, die rothen gegen die Peripherie zu, liegen. Haben diese farbigen Strahlen die Fläche B C erreicht, so werden sie zurückgeworfen, und giengen sie durch Luftschichten von gleichem Brechungsvermögen als bey ihrem Eintritte durch, so würden sie ihre ursprüngliche Parallelirung wieder erhalten. Allein die Luftschichten zwischen r g v und e haben ein geringeres Brechungsvermögen, als die zwischen r g v und b; folglich müssen die Strahlen r r, g g, v v divergiren. Dasselbe wird mit den Strahlen v' v', g' g', r' r' seyn, welche von dem Strahle a' b' kommen; denn die schon divergirenden Strahlen b' v', b' g', b' r' werden durch ihren Eintritt in die Schichten zwischen v' g' r' und a' noch divergirender. Vergleicht man die Divergenzen der nach d und d' zurückgeworfenen farbigen Strahlen für die Stellen r g v, v' g' r', welche von C gleich weit entfernt sind, so wird man sie beständig gleich finden. Denn die erste ist in der ersten Brechung größer als die zweyte; aber in der zweyten Brechung ist die erste vermindert, die zweyte aber vergrößert.

Digitized by Google

Es folgt aus dieser geometrischen Betrachtung, daß, wenn Farbenringe zwischen zwey regulairen krummen Oberflächen entstehen, die Farbenordnung von dem Mittelpunkte aus seyn wird: violett, blau, grün, gelb, orange, roth; so wie auch, daß die scheinbare Breite der Ringe in allen Punkten jedes Ringes gleich seyn muß.

Jetzt bleibt nun noch folgende wichtige Frage zu beantworten: Wie können die farbigen Bilder r g v und r' g' v', welche rund um C entstehen, abgesonderte Farbenringe bilden? Der Grund, die wirkende Ursache zu dieser Abtheilung liegt darin, daß das progressive Vorrücken dieser Bilder, in so fern sie von parallelen Strahlen a b, p q entstehen, nicht eine arithmetische Reihe bildet, so daß die auf einander fallenden und immer vorwärts geschobenen Bilder nicht homogenes weißes Licht durchaus bilden können, und daß diese Vorrückung der Bilder noch dadurch vergrößert wird, daß Strahlen a b, p q, a' b', unter sehr verschiedenen Winkeln in den Brechungsraum fallen. Herr Parrot hat diese Frage durch eine geometrische Construction zu beantworten gesucht.

Es entstehen also die Farbenringe ursprünglich aus der ungleichen Ausbreitung der Farbenstrahlen auf (Fig. 52.) A C, und ihre Sichtbarkeit aus den verschiedenen Einfallswinkeln der noch unzerlegten Strahlen. Wäre jene Ungleichheit der Ausbreitung der Farbenstrahlen nicht, so wäre die Erzeugung der Farbenringe unmöglich, wenn auch noch so vieles ungefärbtes Licht unter allen möglichen Winkeln einfiele, weil jede Reihe von parallelen Strahlen (in welche sich alle einfallenden Strahlen eintheilen ließen) nur weißes Licht erzeugen könnte. Aber durch die Vereinigung der beyden Umstände, nämlich der ungleichen Ausbreitung der farbigen Bilder der parallelen Strahlen, und der verschiedenen Einfallswinkel der ungefärbten Strahlen, welche sich am Eingange des Brechungsraumes durchkreuzen und von da aus eine Folge verschobener

Digitized by Google

prismatischer Farbenbilder erzeugen, wird das Phänomen möglich und nothwendig.

Was endlich die Farbenringe betrifft, welche mittelst durchgehenden Lichtes erzeuget werden, so ist der einzige Unterschied von denen, welche durch reflektirtes Licht entstehen, in der Mitte zu finden. Hier findet sich nämlich ein weißer statt einen schwarzen Fleckes. Um diesen weißen Fleck liegt aber ein dunkler Ring, der innerhalb einen orangefarbenen, und äußerlich einen blauen Saum hat. Dieser dunkele farbenlose Ring ist äußerst auffallend, und Herr Parrot sucht denselben aus der allgemeinen Brechung des Lichtes am Rande des Glases zu erklären.

Herr Parrot bemerket noch, daß Herschel's Beobachtungen über die Nebenkränze, so wie über die vervielfältigten Kränze durch mehrere Linsen weder für noch wider seine Theorie sprechen. Als Belege derselben könnten aber doch mehrere andere von Herschel gemachte Beobachtungen angesehen werden. Nur darin widerspricht Parrot dem Herschel, daß nämlich bey großen Objektivgläsern der schwarze mittlere Fleck sich in permanente Farben auflöse. Diese hat Parrot nie wahrnehmen können, so große Sorgfalt er auch gehabt hat, solche Gläser zu wählen, die dergleichen Erscheinung hätten hervorbringen müssen.

Herr Prof. Brandes *) erinnert gegen Herrn Parrot, daß sich ein Mißverstehen eingeschlichen habe. Wahr sey es, wie er und Parrot gesagt habe, eine einzelne Platte könne nicht die Erscheinung der Ringe gewähren; aber die Gründe dafür seyn unter ihnen nicht so gänzlich gleich, so daß Parrot sagen dürfte, er habe gerade das gesagt, was Brandes euklidisch demonstrire. In seinem Grundrisse der Physik lese er folgendes: "wären für beyde (parallel dicht neben einander einfallende) Lichtstrahlen alle Umstände einander gleich, so würden die Farbenstreifen des einen und den gleichfarbi-

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LIV. S. 319.

Digitized by Google

gen Strahlen des andern parallel gehen, und es würde aus mehreren solchen parallelen Strahlen, und deren über einander geschobenen Farben wieder weißes Licht entstehen." Hier sey also die Rede von mehreren neben einander einfallenden Strahlen, die weißes Licht hervorbringen, obgleich jeder isolirte Strahl Farben hervorbringen sollte. So wenigstens habe er diese Stelle verstanden und glaubte daher wohl ihr den Beweis entgegen setzen zu dürfen, daß auch jeder isolirte Strahl keine Farben hervorbringe. Herr Parrot sage, Herr Brandes hätte bewiesen, daß die Strahlen alle Farbe für Farbe parallel werden. Allein letzterem erwiedert, daß er nicht blos bewiesen habe, daß Roth mit Roth und Grün mit Grün parallel werde, sondern auch Roth mit Grün parallel u. s. w.

Ueber die Richtigkeit der Parrot'schen Theorie weiter zu entscheiden, wolle er andern überlassen; ihm scheine sie noch nicht dargethan zu seyn. So viel sey gewiß, daß eine Darstellung, die nicht in strengen mathematischen Formeln rede, die von Parrot gewünschte Ueberzeugung nicht gewähren könne.

Sehr wahrscheinlich hängen die Erscheinungen der farbigen Ringe, welche durch über einander gelegte Objektivgläser gesehen werden, zum Theil von den bey der Beugung des Lichtes vorkommenden Farbenzerstreuungen, zum Theil von den Schwächungen des Lichtes durch Zurückwerfung, und zum Theil auch von der mit ins Spiel kommenden Polarisirung des Lichtes ab. Erst in den neuern Zeiten ist die Polarisation des Lichtes von Herrn Malus entdeckt worden. M. s. Polarität des Lichtes.

Es falle ein Lichtstrahl (Fig. 540) C a auf die obere Spiegelplatte A unter einem Winkel von ohngefähr 35° 25', und der auf selbiger zurückgeworfene in einer vertikaler Richtung polarisirte Strahl a b gelange auf die mit A parallele und hinten geschwärzte Spiegelplatte B in b. Zugleich bringe man in diesen vertikal polarisirten Licht ein ganz reines Glimmerblättchen, etwa in der

Digitized by Google

Dicke eines Chartenblattes, c auf einer schicklich angebrachten horizontalen Unterlage von dünnem Glase. Wenn nun das Auge O vor dem Spiegel B die gehörige Lage hat, und das Glimmerblättchen als Bild wahrnimmt, so wird es dasselbe sehr oft sogleich gefärbt sehen; wäre dies jedoch der Fall nicht, so drehe man durch eine leicht angebrachte Vorrichtung die Spiegelplatte B horizontal um B herum, so daß also B mit A verschiedene Lagen erhält, so wird man bald bemerken, daß nun vermöge des durch c durchgehenden polarisirten und von B reflektirten Lichtes das Bild in einer sehr schönen Farbe zum Vorschein kommt. Wäre im Gegentheil die Spiegelplatte B nicht vorhanden, und das von A reflektirte Licht fiel auf das Glimmerblättchen c unter einem rechten Winkel ein, so wird das Licht, welches durch dies Blättchen durchgegangen ist, noch weiß seyn, und fortfahren weiß zu erscheinen, man mag es entweder mit dem bloßen Auge auffassen, oder es auf ein weißes Papier fallen lassen, welches ohne Unterschied die verschiedenen Theile desselben zurückwirft, ohne Rücksicht auf die Richtung ihrer Polarisation. Da nun das polarisirte Licht ohne Dazwischenkunft des Glimmerblättchens durch B ganz hindurchgeht, so muß dasselbe, sobald es durch das Glimmerblättchen hindurchgegangen ist, und dann auf die Spiegelplatte B fällt, eine solche Modifikation erhalten, daß ein gewisser Theil desselben reflektirt werde, der eine eigenthümliche Farbenabstufung besitzet, der andere Theil aber durch B hindurchgehe. Man nehme nun an, es werde auf diese Weise schön gelb von B reflektirt, so muß der rothe und blaue Strahl des durch das Glimmerblättchen gegangenen weißen Lichtes in Beziehung auf B polarisch einfallend geworden, und daher von B absorbiret seyn. Dreht man nun die Spiegelplatte B horizontal um B herum, so wird sich das gelbe Licht nach und nach verlieren, und, wenn B eine Viertelumdrehung links oder Rechts gemacht hat, wird nunmehr das Bild violett erscheinen, und der übrige Theil

Digitized by Google

gen Strahlen des andern parallel gehen, und es würde aus mehreren solchen parallelen Strahlen, und deren über einander geschobenen Farben wieder weißes Licht entstehen." Hier sey also die Rede von mehreren neben einander einfallenden Strahlen, die weißes Licht hervorbringen, obgleich jeder isolirte Strahl Farben hervorbringen sollte. So wenigstens habe er diese Stelle verstanden und glaubte daher wohl ihr den Beweis entgegen setzen zu dürfen, daß auch jeder isolirte Strahl keine Farben hervorbringe. Herr Parrot sage, Herr Brandes hätte bewiesen, daß die Strahlen alle Farbe für Farbe parallel werden. Allein letzterem erwiedert, daß er nicht blos bewiesen habe, daß Roth mit Roth und Grün mit Grün parallel werde, sondern auch Roth mit Grün parallel u. s. w.

Ueber die Richtigkeit der Parrot'schen Theorie weiter zu entscheiden, wolle er andern überlassen; ihm scheine sie noch nicht dargethan zu seyn. So viel sey gewiß, daß eine Darstellung, die nicht in strengen mathematischen Formeln rede, die von Parrot gewünschte Ueberzeugung nicht gewähren könne.

Sehr wahrscheinlich hängen die Erscheinungen der farbigen Ringe, welche durch über einander gelegte Objektivgläser gesehen werden, zum Theil von den bey der Beugung des Lichtes vorkommenden Farbenzerstreuungen, zum Theil von den Schwächungen des Lichtes durch Zurückwerfung, und zum Theil auch von der mit ins Spiel kommenden Polarisirung des Lichtes ab. Erst in den neuern Zeiten ist die Polarisation des Lichtes von Herrn Malus entdeckt worden. M. s. Polarität des Lichtes.

Es falle ein Lichtstrahl (Fig. 54) C a auf die ebene Spiegelplatte A unter einem Winkel von ohngefähr 35° 28′, und der auf selbiger zurückgeworfene in einer vertikaler Richtung polarisirte Strahl a b gelange auf die mit A parallele und hinten geschwärzte Spiegelplatte B in b. Zugleich bringe man in diesen vertikal polarisirten Licht ein ganz reines Glimmerblättchen, etwa in der

Dicke eines Chartenblattes, c auf einer schicklich angebrachten horizontalen Unterlage von dünnem Glase. Wenn nun das Auge O vor dem Spiegel B die gehörige Lage hat, und das Glimmerblättchen als Bild wahrnimmt, so wird es dasselbe sehr oft sogleich gefärbt sehen; wäre dies jedoch der Fall nicht, so drehe man durch eine leicht angebrachte Vorrichtung die Spiegelplatte B horizontal um B herum, so daß also B mit A verschiedene Lagen erhält, so wird man bald bemerken, daß nun vermöge des durch c durchgehenden polarisirten und von B reflektirten Lichtes das Bild in einer sehr schönen Farbe zum Vorschein kommt. Wäre im Gegentheil die Spiegelplatte B nicht vorhanden, und das von A reflektirte Licht fiel auf das Glimmerblättchen c unter einem rechten Winkel ein, so wird das Licht, welches durch dies Blättchen durchgegangen ist, noch weiß seyn, und fortfahren weiß zu erscheinen, man mag es entweder mit dem bloßen Auge auffassen, oder es auf ein weißes Papier fallen lassen, welches ohne Unterschied die verschiedenen Theile desselben zurückwirft, ohne Rücksicht auf die Richtung ihrer Polarisation. Da nun das polarisirte Licht ohne Dazwischenkunft des Glimmerblättchens durch B ganz hindurchgeht, so muß dasselbe, sobald es durch das Glimmerblättchen hindurchgegangen ist, und dann auf die Spiegelplatte B fällt, eine solche Modifikation erhalten, daß ein gewisser Theil desselben reflektirt werde, der eine eigenthümliche Farbenabstufung besitzet, der andere Theil aber durch B hindurchgehe. Man nehme nun an, es werde auf diese Weise schön gelb von B reflektirt, so muß der rothe und blaue Strahl des durch das Glimmerblättchen gegangenen weißen Lichtes in Beziehung auf B polarisch einfallend geworden, und daher von B absorbiret seyn. Dreht man nun die Spiegelplatte B horizontal um B herum, so wird sich das gelbe Licht nach und nach verlieren, und, wenn B eine Viertelumdrehung links oder rechts gemacht hat, wird nunmehr das Bild violett erscheinen, und der übrige Theil

Digitized by Google

des Lichtes von B verschluckt seyn. Dreht man auf solche Art die Spiegelplatte B weiter fort, so sieht man bey 90° und 270° die Complementärfarben (Ergänzungs- oder supplementaire Farben) der bey 0° und 180° vorhandenen, während bey 45° Entfernung von diesen Winkeln alles ungefärbt erscheinet, so daß die complementairen Farben mit jenen Winkeln zusammenfallen, bey welchen der weiße Lichtstrahl die geringste Intensität, die Hauptfarbe hingegen mit jenen, wo das weiße Licht die größte Stärke besitzet. Herr Arago war der erste, der alle diese Erscheinungen wahrnahm, wobey aber als Bedingung vorausgesetzet wurde, daß die Blättchen (von Glimmer, Talk, Bergkrystall u. s. w.) durchgängig von einer vollkommen gleichen Dicke, und regelmäßig krystallisiet seyn mußten. Dabey beobachtete er, daß, wenn dieser depolarisirte Lichtstrahl auf einen perdoppelnden Krystall fiel, er sich in zwey Strahlen von verschiedenen Farben spaltete. Herr Biot, welcher diese Erscheinungen weiter verfolgte, belegte diese Veränderung, welche der Lichtstrahl auf diese Weise erhielt, mit dem Namen der beweglichen oder wechselnden Polarisation des Lichtes. Er fand, daß dieses auffallende Farbenspiel sich darstellte, wenn auch mehrere solche Blättchen, die man besonders aus demselben Stücke schwefelsauren Kalkes gewinnt, über einander geleget wurden, wofern nur ihre Krystallisation regelmäßig ist. Ueberhaupt fand sich in Hinsicht dieser merkwürdigen Erscheinungen kein Unterschied zwischen diesen Blättchen und dem ganzen Krystalle, als blos in der Natur der Farbenabstufungen, die sie zeigten; welche endlich bey einer gewissen Grenze der Dicke bis in ein vollkommenes Weiß ausarteten. Diese Grenze ließ sich bey den reinsten Stücken auf $\frac{45}{1000}$ Millimeter bestimmen. Nach Biot besteht die Haupteigenschaft der beweglichen Polarisation im folgenden: Wenn ein weißer, nach der vertikalen Richtung a b polarisirter Strahl senkrecht auf ein Blättchen von schwefelsaurem Kalk fälle, dessen

Digitized by Google

Dicke nicht über $\frac{1}{100}$ Millimeter übertrifft, und dessen Axe cD irgend einen Winkel mit der Richtung der ursprünglichen Polarisation ac macht, so ist der hindurchgegangene Strahl aus zwey verschiedenen polarisirten Bündeln zusammengesetzet, von welchen das eine im Azimuth Null, d. h. nach der Richtung ac der ursprünglichen Polarisation, das andere im Azimuth ai d. h. nach der Richtung cx, die von der Axe DD auf gleiche Art entfernt ist, liegt.

Nach Herrn Biot lassen sich die Gesetze der beweglichen Polarisation auf eine Schwingungsbewegung der Axe der Polarisation zurückbringen. Das erste Gesetz betrifft die Richtung, nach welcher die Polarisation erfolget. Ist nämlich ein polarisirter Strahl senkrecht durch ein dünnes Blättchen Gyps oder Quarz, oder irgend eines andern Krystalls, der gleichlaufend mit der Axe der doppelten Brechung geschnitten worden, hindurchgegangen, so ist er aus zwey gefärbten Bündeln, die verschiedentlich polarisirt sind, zusammengesetzet. Ist ac die Richtung der ursprünglichen Polarisation, und cD die Axe des dünnen Blättchens, die mit ihr einen Winkel i macht, so wird das eine Bündel nach der Richtung ac polarisirt, und das andere Bündel wird gänzlich nach der andern Seite der Axe cD, unter einem vollkommen gleichen Winkelabstande xx polarisiret seyn.

Das zweyte Gesetz betrifft die Abstufungen; diese sind nach Biot dieselben, wie die der gefärbten Ringe, welche Newton beobachtet hat, wo das zweyte Bündel stets einem hindurchgelassenen, und das erste dem entsprechenden zurückgeworfenen Lichte entspricht.

Ueberhaupt lassen sich nach Biot alle Erscheinungen, welche die Blättchen darbieten, unter folgende allgemeine Regeln bringen.

1. Wenn ein einfacher Lichtstrahl, der nach einer beständigen Richtung polarisiret worden, durch ein krystallisirtes, mit der Axe der doppelten Brechung gleichlaufendes Blättchen senkrecht durchgeht, so bringen die Licht-

Digitized by Google

theilchen anfänglich bis auf eine gewisse Tiefe ein, ohne ihre ursprüngliche Polarisation zu verlieren; hierauf fangen sie an, während ihre fortschreitende Bewegung fortdauert, sich um die Axe ihrer Bahn zu bewegen, dergestalt, daß ihre Axe der Polarisation sich abwechselnd von einer Seite zur andern der Axe des Krystalles zu der andern, oder der lothrechten Linie, in gleichen Schwingungsbogen bewegt, wie das Pendel um die lothrechte Linie, von der man es entfernt hat. Jede dieser gleichen Schwingungen erfolgt bey einer Dicke von 2 e, welche die doppelte derjenigen ist, welche das Lichttheilchen anfänglich durchlaufen hatte, ehe es in Schwingungen versetzet wurde.

8. In demselben Krystalle sind die Werthe von e für die verschiedenen Arten von Lichttheilchen verschieden, und stehen mit den Längen ihrer Neigungen des leichtern Hindurchgehens und der leichtern Zurückwerfung im Verhältnisse. Die Grenzen der Schwingungen sind aber für alle Theilchen, welche dieselbe Richtung der Bewegung verfolgen, verschieden, wenn ihre Axen der Polarisation von einer ursprünglichen gemeinschaftlichen Richtung ausgehen.

9. Die Schwingungsbewegung hört auf, wenn die Lichttheilchen an der zweyten Fläche des Blättchens angelangt, in die Luft oder irgend ein anderes Mittel treten, welches nicht mit der doppelten Brechung begabt ist. Unterwirft man den ausfahrenden Strahl der Wirkung eines Prisma aus isländischem Doppelspath, oder eines ganzigten Glases, oder irgend eines andern Systems, welches die beständige Polarisation hervorbringt, so verhalten sich die Lichttheilchen ganz so, als wenn sie vollkommen die Richtung der Polarisation hätten, nach welcher Richtung ihre letzte Schwingung sie führte, es sey, daß sie dieselbe gänzlich beendiget, oder nur in dem Augenblicke begonnen hatten, indem sie aus dem Krystalle austreten.

Wenn die Lichttheilchen in einem ersten Blättchen die bewegliche Polarisation erlangt haben, und sie gehen

Digitized by Google

in ein zweites Blättchen über, so findet man, daß die Schwingungen in diesem zweyten Blättchen wieder mit derselben Dauer, denselben Grenzen und denselben Schwingungsarten anfangen, die sie haben würden, wenn jedes aus dem ersten Blättchen ausgetretene Lichtbündel die fixe Polarisation besäße. Die Tiefen aber, in welchen diese Schwingungen anfangen, verändern sich mit der Natur des zweyten Blättchens, und mit der Richtung seiner Axe in Beziehung auf die Axen der Polarisation der Bündel. Es läßt sich also die endliche Polarisation des ausfahrenden Lichtbündels nach den Grundsätzen der Schwingungsbewegung allein bestimmen. Die Natur der Farbenabstufungen hängt jedoch von der Tiefe ab, bey welcher die Schwingungen wieder anfangen und von einem Blättchen zum andern sich wieder anknüpfen. Folgende zwey Erfahrungssätze, welche besonders bey diesen Erscheinungen statt finden, werden alles bisher Gesagte aufklären und allgemeiner machen:

Der erste Satz bezieht sich auf die krystallisirten Blätter oder Platten, deren Wirkungen von derselben Natur sind, alle beyde anziehend, oder alle beyde zurückstoßend. Dringt ein polarisirter Lichtstrahl nach und nach und in senkrechter Richtung durch zwey dergleichen Platten durch, deren Axen gleichlaufend sind, so hat die Farbenabstufung E', die das System der beyden Platten der anfänglichen Polarisation entziehet, zum numerischen Werthe in Newton's Tabelle, die Summen E + E' der den eigentlichen Farbenabstufungen E, E' entsprechenden Zahlen, auf welche jede der beyden Platten isolirt dieselbe Wirkung würde hervorgebracht haben. Kreuzen sich aber die Axen der Platten unter einem rechten Winkel, so wird der numerische Werth von E'' gleich dem Unterschiede von E — E' der Zahlen seyn, welche ähnliche Farbenabstufungen ausdrücken.

Man nehme z. B. an, daß eines der beyden Blätter, auf Newton's Skale zurückgebracht, zur Dicke 14,25 habe, so daß, indem es allein auf den polarisirten Strahl

Digitized by Google

wirkt, die Farbenabstufung E, die es der ursprünglichen Polarisation entziehet, das Indigo der dritten Ordnung sey. Dies verbinde man mit einem zweyten Blättchen, dessen so zurückgebrachte Dicke 9,35 sey, so daß, wenn sie allein wirkt, sie der ursprünglichen Polarisation eine Farbenabstufung E′ entziehet, die in der Mitte zwischen dem Blau und Grün der zweyten Ordnung liegt. Macht man die Axen dieser Blätter gleichlaufend, so wird die Farbenabstufung E″, die ihr System der ursprünglichen Polarisation entzieht, zum numerischen Werthe 14,25 + 9,35 oder 23,6 haben, welches dem Roth der 4ten Ordnung entspricht. Kreuzt man aber die Axen beyder Blätter unter rechten Winkeln, so erhält die Farbenzerstreuung E′ als Werth 14,25 − 9,35 = 4,9, das einem etwas größern Werthe entspricht, der über das Oranienfarbene der ersten Ordnung zwischen dieses Oranienfarbene und das Blaßgelbe fällt. In diesem letzten Falle würden, wenn beyde Blätter völlig gleiche Dicke hätten, ihre Wirkungen genau sich wechselseitig aufheben, und der hindurchgelassene Strahl würde vollständig seine ursprüngliche Polarisation wieder erhalten haben. Man erhält diese vollkommene Gleichheit, wenn man ein dünnes Blättchen von einem recht reinen Krystall des schwefelsauren Kalkes ablöset, und es in seinen natürlichen Gliederungen in zwey Stücke bricht, die man, ihre Axen kreuzend, über einander legt.

Der zweyte Satz bezieht sich auf Platten oder Blätter, deren polarisirende Wirkungen von verschiedener Natur sind, die eine anziehend, die andere zurückstoßend. Dann sind die aus ihrer Verbindung sich ergebenden Erscheinungen umgekehrt. Sind ihre Axen gleichlaufend, so ist die Farbenabstufung E″, die durch dieses System der ursprünglichen Polarisation entzogen würde, der Unterschied der Werthe der partiellen Farbenabstufungen oder E − E′; sind die Axen unter rechten Winkeln gekreuzt, so ist der Werth von E″ gleich der Summe der partiellen Werthe, oder = E + E′.

Digitized by Google

Diese Säge finden statt, ohne daß es nöthig sey, daß die Blätter sich berühren; sie erhalten sich, indem man eins hinter das andere in jeder Entfernung stellt, endlich finden sie in jeder Ordnung der Ringe Statt.

Wenn man aber die Blätter gegen die Strahlen, welche durch sie hindurchgehen, neigt, so erfahren die Farbenabstufungen, welche dadurch im rhomboidalen Prisma entstehen, allgemeine Veränderungen, die durch die Aenderungen der Intensität der anziehenden und zurückstoßenden Kraft, welche von der Axe ausgeht, und durch die Annahme der Länge der Bahn, während welcher der hindurchgehende Strahl ihrer Wirkung ausgesetzt bleibt, hervorgebracht werden.

Man denke sich z. B. daß eins der Blättchen senkrecht einem polarisirten Strahl ausgesetzet werde; seine Axe (Fig. 55.) CA werde so gedrehet, daß sie einen Winkel von 45° mit der Richtung CX der ursprünglichen Polarisation mache; dadurch wird der Strahl in zwey gefärbte Strahlenbündel O und E, die unter rechten Winkeln, der eine nach CX, der andere nach CY, polarisiret worden, zerleget werden. Das hindurchgegangene Licht werde mittelst eines achromatisch gemachten rhomboidalen Prisma zerlegt, dessen Hauptschnitt nach CX gerichtet ist. Dann wird das gefärbte Bündel O gänzlich die gewöhnliche Brechung in dem Prisma erfahren, und das Bündel E wird daselbst die gewöhnliche Brechung erleiden.

Wenn man, ohne Gebrauch des Prisma, das Blättchen in der Richtung CA neiget, so daß seine Axe CA sich dem polarisirten Strahle nähert, so wird die Farbenabstufung E, welche durch das Prisma wahrgenommen wird, in der Ordnung der Ringe aufwärts steigen, gleichsam als ob das Blättchen dünner würde. Neigt man im Gegentheil das Blättchen in der Richtung CB, die auf CA senkrecht ist, so daß CA auf der Einfallsebene senkrecht bleibt, so wird die Farbenabstufung E in der Ordnung der Ringe abwärts steigen, gleichsam

Digitized by Google

als, ob das Blättchen dicker würde. Weil hier die Axen G A stets auf der Ebene, in welcher sich das Blättchen neigt, senkrecht bleibt, so macht der in dem Blättchen gebrochene Strahl mit demselben stets einen rechten Winkel. Mithin wirkt die von dieser Axe ausgehende Kraft, sie sey anziehend oder zurückstoßend, auf den Strahl mit derselben Intensität, als bey dem senkrechten Einfallen. Allein ihre Wirkung dauert länger, weil wegen der schiefen Richtung sich die Bahn des Strahls verlängert. Auf diese Art machen die Lichttheilchen in dem Blättchen eben so rasche und häufigere Schwingungen; die Farbenabstufungen E müssen demnach in der Ordnung der Ringe abwärts steigen, ganz so wie es der Fall wäre, wenn das Blättchen dicker würde.

Aus allen diesen folgt, daß die Kraft, welche die Schwingungen hervorbringt, mit der vierten Potenz des Sinus dieses Winkels im Verhältnisse stehe; und daß allgemein, der numerische Werth der Farbenabstufung E, die ein gegebenes Blättchen der ursprünglichen Polarisation entzieht, fast genau mit der Bahn, welche das Licht in der Substanz desselben durchläuft, vervielfältigt mit dem Quadrate desselben Sinus im Verhältnisse stehe.

Alle diese Veränderungen der Wirkung erzeugen sich auf gleiche Art in den dicken Platten, wenn man sie dem polarisirten Strahle unter verschiedenen Einfallswinkeln darbietet, und sie folgen unter diesen Umständen denselben Gesetzen. Um sie aber in ihnen aufzufinden, muß man das polarisirte Licht, welches an diesen Platten anlangt, so modificiren, daß ihrer Dicke ungeachtet, sie, indem sie durch das rhomboidale Prisma hindurchgehen, gefärbte Bündel geben. Man erlangt dies, wenn man anfänglich das Licht durch eine erste Platte hindurchläßt, deren Gesammtwirkung wenig von derjenigen, welche man untersuchen will, verschieden ist, und die auf eine solche Art angeordnet wurde, daß die Hauptschnitte beyder Platten parallel sind, wenn ihre Kräfte von entgegengesetzter Natur sind, die eine anziehend, die andere

Digitized by Google

zurückstossend, hingegen unter rechten Winkeln gekreuzt, wenn die Kräfte von derselben Beschaffenheit sind.

Alle diese Betrachtungen bestätigen die angestellten Erfahrungen, welche folgende Tabelle darstellet:

Beobachteter Einfallswinkel	Brechungswinkel	Beobachtete Farbenabstufung des ungewöhnlichen Strahls O	Beobachtete Farbenabstufung des ungewöhnl. Strahls E	Werth v. E nach der beobachteten Farbenabstufung.	Ordnung der Farbenabstufungen.
0°0'0"	0°0'0"	blaß violett	gelblich Grün	17,00	
12°13'40"	8°18'10"	Roth	lebhaftes Grün	16,25	3te Ordn.
17°35'40"	11°37'30"	Gelb, ins Oranienfarbene fallend	Blau	15,10	
19°38'20"	12°56'50"	Gelb	Indigo	14,25	
24°18'0"	15°55'20"	Grün	lebhaftes Roth	12,25	
26°37'20"	17°22'50"	Blau	Oranienfarbe	11,11	2te
33°22'20"	21°30'30"	Orangenfarben	Blau	9,00	Ordn.
36° 4'50"	23° 7' 0"	Blaßgelb	Indigo	8,17	
37°19'20"	23°50'30"	bläulich Weiß	blaß Violett	7,10	
37°50'40"	24° 8'30"	grünlich Weiß	Mordererroth	5,80	
39°24'40"	25° 2'30"	Weiß, etwas bläulich.	Oranienfarben	5,11	
41° 8'50"	26° 1'10"	Blau etwas ins Weiße	Blaßgelb	4,60	
44° 7'40"	27°39'20"	Schwarz	glänzend Weiß	3,40	1te
51°25'0"	31°24'30"	glänzend Weiß	Schwarz oder sehr Dunkelblau	0	Ordn.
58°18'10"	34°32'40"	sehr dunkles Violett	Weiß etwas Gelblich	3,40	
63°13'20"	36°31'30"	Blau	Oranienfarben	5,10	
66°11'40"	37°35'0"	weißlich Grün	Mordererroth	5,80	
70°56'20"	39° 3'30"	Gelb	Indigo	8,20	2te
75°24'10"	40°10'40"	Roth	weißlich Grün	9,71	Ordn.

Jetzt drehe man das System so, daß die Axe der dicksten Platte B senkrecht auf der Einfallsebene stehe, und man neige B. Dann wird die von ihrer Axe ausgehende Kraft dieselbe bleiben, während die Bahn des Strahls in ihrem Innern zunimmt. Die Gesammtwirkung, die aus diesen beyden Elementen sich ergiebt, wird demnach stärker werden, und da die von A beständig bleibt, so

Digitized by Google

wird die Farbenabstufung, die der ursprünglichen Polarisation entzogen worden, in der Ordnung der Ringe abwärts steigen. Dies zeigt folgende Tabelle, in welcher die Beobachtungen mit denselben Platten gemacht sind:

Beobachteter Einfallswinkel	Brechungswinkel	Farbenabstufung des gewöhnlichen Strahls nach der Beobachtung	Farbenabstufung des ungewöhnlichen Strahls nach der Beobachtung	Werth v. E nach der beobachteten Farbenabstufung	Ordnung der Farbenabstufungen
0° 0′ 0″	0° 0′ 0″	röthl. Veilchenbl.	gelblich Grün	17,00	3te Ordn.
7°12′0″		Blau	Strohgelb	17,50	
15°51′0″		Grün	Roth	19,67	
22°59′0″	19°59′30″	Roth	lebhaft Grün	22,75	4te Ordn.
30°29′0″	19°46′ 0″	Grün	Roth	26,00	
36°22′10″		Roth	grünlich Blau	29,67	5te Ordn.
42°11′30″	26°35′50″	grünlich Blau	Roth	34,00	
46° 7′30″		Roth	grünlich Blau	38,00	6te Ordn.
50° 6′40″	30°45′50″	grünlich Blau	Roth	42,00	
53°45′30″		röthlich Weiß	grünlich Blau	45,80	7te Ordn.
59°20′10″	34°59′30″	grünlich Blau	röthlich Weiß	49,67	

Bey diesen Versuchen lagen die Axen der beyden gekreuzten Platten in der Ebene ihrer Oberfläche. Diese Richtung ist aber nicht nothwendig, damit durch das Kreuzen Farben erzeuget werden; denn den Beobachtungen zu Folge hangen die Wirkungen, welche das Licht in jeder Platte erfähret, nur von der Länge der Bahn ab, die es in derselben durchläuft, und von der Richtung seines Weges in Bezug auf die Richtung des Krystalls, unabhängig von den natürlichen oder künstlichen Flächen, durch die es eintritt oder ausfähret.

Dieser Erfolg läßt sich also allgemein also ausdrücken: damit das Durchkreuzen der beyden Platten Farben erzeuge, genüget es, daß der Unterschied ihrer Wirkungen innerhalb der Grenzen von Newton's Tabelle falle. Diese Wirkung ist bey den lothrechten Einfallen gleich der Dicke der Platte, zurückgeführt auf Newton's Tabelle, vervielfältiget mit dem Quadrat des Sinus des

Digitized by Google

Winkels, den die Axe mit der Ebene der Oberfläche bildet.

Herr Malus war auch der erste, der die Gesetze der Polarisation des Lichtes auf unvollkommen krystallisirte Körper untersuchte. Setzte er unter verschiedenen Einfallswinkeln dünne Scheiben aus diesen Körpern einem polarisirten Lichtstrahl aus, und untersuchte das hindurchgelassene Licht mittelst eines rhomboidalen Prisma, so fand er, daß sie sämmtlich die Gegenwart von Axen zeigten, die der ursprünglichen Polarisation einen Theil des Strahls entzogen. Wenn aber alle diese Substanzen unbedeutende Dicken besitzen, so entstehen dabey Farbenabstufungen, von welchen Malus nichts erwähnet hat, ob ihm gleich Herr Arago darüber seine Bemerkungen mitgetheilet hatte.

Gleich nach der Entdeckung der Luftpolarisation hatte Herr Malus auch untersuchet, wie hiebey die Metalle wirken. Nach Herrn Biot's Meynung hatte aber Malus dabey die richtigen Ansichten nicht. Ersterer bemerket, daß allgemein auf die Oberfläche der Körper zwey Zurückwerfungen statt finden; die eine, welche sich außerhalb der Substanz zu ereignen scheinet, wirke ohne Unterschied auf alle Lichttheilchen, und bringe einen weißen Strahl hervor, wenn das auffallende Licht weiß sey; die andere, welche mehr im Innern vorgehe, wirke blos auf die Lichttheilchen, welche die eigentliche Farbenabstufung der Körper ausmache.

Die erstere Zurückwerfung polarisirt nach Biot stets, bey einem gewissen Einfallswinkel das Licht größtentheils in der Richtung der Zurückwerfungsebene nach Art der durchsichtigen Körper; die zweyte bringt im Gegentheil diese Wirkung nicht hervor, oder doch wenigstens nur mit einer weit geringern Intensität. Hieraus ist leicht zu begreifen, daß, wenn man ein Spiegelglas so aufstellet, daß die erste Art des Lichtes hindurchgelassen, oder absorbirt wird, die andere zurückgeworfen werde, und man wird den Körper mit seiner eigenthümlichen Farbe

Digitized by Google

sehen, ohne Beymischung einer andern fremdartigen weißen Farbe.

Biot untersuchte die eigenthümlichen Farben des Goldes, des Eisens und des Kupfers, und glaubte, daß der Theil des Lichtes, aus welchem die Farben zusammengesetzet sind, mit einer völlig verwirrten Polarisation aus den Körpern herauskäme; allein Arago machte die Bemerkung, daß ein sehr bedeutender Antheil von allen Seiten heraustrete, und gleichlaufend mit der Oberfläche der Körper, und senkrecht auf die Ebene des Austrittes polarisirt werde. Biot fand nachher auch wirklich, daß sich diese Bemerkung des Herrn Arago außer allen Zweifel setzen lasse, wenn man dies Licht mit einer Platte aus Turmalin in einem finstern Zimmer analysirt. Weiter war ihm aber über die Art der Polarisation, welche die Metalle hervorbringen, nichts bekannt. Endlich schrieb ihm Herr Brewster, daß, als er mehrere Male einen Lichtstrahl, der ursprünglich polarisirt worden, von Platten aus Silber und Gold, habe reflektiren lassen, dies Licht eine solche Modification erhalten habe, daß, als es durch ein Prisma aus isländischem Doppelspathe zerlegt worden sey, dasselbe sich in zwey verschiedentlich gefärbte Bündel getheilet habe. Biot wiederholte hierauf diese Versuche und vervielfältigte sie, und fand, daß diese Erscheinungen vollkommen den Gesetzen der beweglichen Polarisation folgten, welche man in dünnen krystallisirten Blättern wahrnimmt.

Eine andere sehr merkwürdige Erscheinung farbiger Bilder durch Brechung und Spiegelung hat der Herr D. Seebeck zu Jena *) entdeckt. Er bemerket, daß diese Figuren den Klangfiguren des Herrn Chladni ähnlich sind, und sich eben so mannigfaltig wie diese verändern lassen. Man neige nämlich zwey unbelegte Spiegelgläser unter einem Winkel von ohngefähr 110°

*) Schweigger neues Journal für Chemie und Physik. B. VII. S. 284. ff.

gegen einander, und stelle zwischen beyde einen Glaswürfel, (am besten aus schnell abgekühltem und daher sehr sprödem Glase), so daß die Flächen des brechenden parallelen Glaskörpers gleiche Neigung gegen jedes der beyden spiegelnden Gläser (Fig. 56.) II und LL besitzen, so sieht man beym Einfallen des Tageslichtes den Glaswürfel aus d betrachtet, ein schwarzes Kreuz, und in jeder Ecke des Glaskörpers vier Ringe in den lebhaftesten prismatischen Farben. Die Folge der Farben war dann, wo sie am vollständigsten erschienen, außen gelb, dann roth, violett, blau, grün und mitten wieder gelb. Jedoch hieng die Intensität dieser Farben von verschiedenen Glasarten und von der Größe der Würfel ab, so daß kleine Glaswürfel von $\frac{3}{4}$ Zoll Seite gar keine Farben, aber doch jederzeit in der Mitte ein deutliches schwarzes Kreuz, und Würfel von französischem Krystallglase und von einigen Sorten ganz weißem böhmischen Glase die lebhaftesten Farben zeigten.

Wurde zwischen dem Glaswürfel und den Spiegelgläsern ein Glimmerblättchen gehalten, so wurde das Kreuz in der Mitte hell und durchsichtig, zwey Theile desselben traten hogenförmig in zwey gegenüberliegende Farbenringe und verdunkelten deren äußere Farben, das mittlere Gelb wurde zugleich größer und lebhafter; die zwey andern Farbenringe zogen sich zusammen und wurden in der Mitte lebhaft blau, vor ihnen blieben die beyden andern Theile des Kreuzes als schwarze Bogen stehen. So erschien die Figur in derjenigen Lage des Glimmerblättchens, in welcher es die Spiegelung in Osten und Westen herstellt. In einer Umdrehung des Blättchens um bc, wie um eine Axe, erschien das zuerst angeführte Bild viermal.

Waren die beyden Glasflächen II und LL gegen den Horizont unter gleichen Winkeln geneigt, und der Glaswürfel, wie vorher zwischen beyde gebracht, so erschien in der Mitte nur ein weißes Kreuz; das vorige schwarze Kreuz hatte sich zerlegt, und war hogenförmig

Digitized by Google

in die Farbenringe getreten, welche es außen braun machte. Die Mitte der Farbenringe, welche vorher gelb gewesen war, hatte nur die entgegengesetzte Farbe, violett, und der blaue Theil war gelbroth geworden. Ein Glimmerblättchen zwischen den Spiegelgläsern und dem Würfel gebracht erzeugte wiederum eine neue Figur.

Wurde statt des Glaswürfels ein Glascylinder zwischen den beyden Spiegelflächen gebracht, so bildete derselbe eine ähnliche Figur, wie der Glaswürfel; in der Mitte war ein schwarzes Kreuz, außen aber lief ein farbiger Ring um den ganzen Cylinder, welcher innen gelb und außen blau war.

Eine andere etwas konische und ebenfalls, wie der vorige Cylinder, matt geschliffene Glassäule gab außer dem schwarzen Kreuz in der Mitte zwey concentrische farbige Ringe.

Prismen mit dreyseitigen Grundflächen gaben wieder andere farbigen Figuren.

Daß die Farbenfiguren in den Spiegelflächen auch durch Spiegelung erzeugt werden können, lehret die Erfahrung. Wird nämlich zwischen beyde Spiegelflächen, wie vorhin, ein Glaskörper gestellet, so erblickt man in jeder derselben eine oder die andere Figur, und zwar, wenn die Flächen der spiegelnden Gläser eine ungleichnamige Lage haben (d. h. wenn sie sich unter einem rechten Winkel schneiden), die Figur mit dem dunkeln Kreuz in der Mitte; haben aber die spiegelnden Flächen eine gleichnamige Lage (d. h. sind sie mit einander parallel, oder machen sie mit einander einen Winkel von 120°), so sieht man die Figur mit dem hellen Kreuz in der Mitte. Hält man das direkt einfallende Licht vom zweyten Spiegel mittelst eines Schirmes ab, so sieht man im ersten Glase gar keine Figur. Uebrigens werden die Figuren in den Glaskörpern noch vollkommener, und die Farben noch glänzender, wenn man Spiegel von schwarzem Glase anwendet, oder auch gewöhnliche Spiegelglä-

Digitized by Google

ser, die auf der hintern Fläche matt geschliffen, und dann mit einem schwarzen Kreuz überzogen worden.

Auch ein einfacher schwarzer Spiegel, oder ein einfacher brechender Apparat zeigt unter gewissen Bedingungen die farbigen Figuren in den Glaskörpern. Vor einem schwarzen und gegen den Horizont geneigten Spiegel werde ein Glaswürfel gehalten und so gewendet, daß nur zwey Seiten desselben vollkommen im Spiegel gesehen werden.

Steht nun die Sonne bey unbewölktem Himmel in Osten, und wendet sich der Beobachter gegen Norden oder Süden, und neiget das schwarze Glas in der Richtung gegen den Horizont, daß die nördliche oder südliche Himmelsfläche als Hintergrund des Glaswürfels im Spiegel erscheinet, so wird er die Figur mit dem schwarzen Kreuze in der Mitte erblicken. Stellt sich hingegen der Beobachter so, daß ihm die Sonne im Rücken steht, und neigt den schwarzen Spiegel gegen den westlichen Himmel, so sieht er die Figur mit dem weißen Kreuz in der Mitte. Wenn die Sonne im Westen steht, so sieht man diese Figur in dem gegen Osten gewendeten Spiegel, und so immer die entgegengesetzten Figuren, je nachdem die Sonne in Beziehung auf den Spiegel zur Seite oder im Rücken steht. Wird aber das Glas gerade gegen die Sonne, oder gegen den sie zunächst umgebenden helleren Himmelsraum gerichtet, so erscheinet keine Figur in dem gespiegelten Glaswürfel. Eben so wenig zeigt sich eine Figur bey gleichförmig bedecktem Himmel im einfachen schwarzen Spiegel, wenn der Versuch im Freyen oder im offenen Fenster angestellet wird. Eine einfache Glasscheibe vor dem Würfel bringt aber sogleich, auch bey ganz bedecktem Himmel die farbige Figur hervor, obwohl nur schwach. Lebhafter wird das Bild, wenn man mehrere Scheiben in gehöriger Neigung vor dem Würfel stellt.

Aus diesen Versuchen folgert Herr Seebeck, daß bey einer einfachen gleichförmigen Beleuchtung des Glaswürfels und Spiegels die farbigen Figuren nicht entste-

Digitized by Google

hey können, sondern daß der Glaswürfel sich jederzeit zwischen zwey, von einem lebhaften Lichte erleuchteten, brechenden oder spiegelnden durchsichtigen Mitteln, oder einen brechenden und einen spiegelnden, befinden müsse; und hieraus sey klar, daß die Trübung eines lebhaften Lichtes als die erste Bedingung der Figurenbildung angesehen werden müsse.

Herr D. Seebeck fand auch, daß, wenn ein polarisirter Lichtstrahl durch einen Glaswürfel hindurchgieng, und alsdenn von einem Glasspiegel zurückgeworfen wurde, Farbenbilder erscheinen. Es befinde sich nämlich ein Glaswürfel zwischen den beyden Spiegelgläsern (Fig. 54.) A und B, und fange den polarisirten Strahl a b auf; in der horizontalen Unterlage, auf welcher der Würfel liegt, befinde sich eine Oeffnung von etwa 3 Linien im Durchmesser, durch welche das durch den Würfel durchgegangene Licht auf den Spiegel B gelangen kann; so wird das Auge O, wenn der Glaswürfel hin und her geschoben wird, abwechselnd ein helles und trübes, ein farbiges und farbenloses Bild im Spiegel sehen. Es scheint der ganze Würfel von dieser Figur erfüllt zu seyn, und die Herstellung und Wiederaufhebung der Spiegelung einzig davon abzuhangen, ob der Strahl a b sich an einer hellen oder dunkeln, an einer farbigen oder farbenlosen Stelle der Figur im Glaswürfel befindet.

Bleibt der Glaswürfel ungeändert, und man drehet den Spiegel B horizontal um den Punkt B herum, so wird das Bild hell, wenn der Spiegel B nach Süd oder Nord gerichtet ist, und der Strahl a b in der Mitte des Glaswürfels auffällt; es wird aber trüb und farbig, wenn a b sich den Ecken des Würfels nähert. Ein ähnliches Verhalten zeigen der Glascylinder und die übrigen Glaskörper.

Die vollkommenste Darstellung der farbigen Figuren der Glaskörper ist nach Seebeck folgende: Es falle das Sonnenlicht entweder direkt oder von ei-

Digitized by Google

nem Metallspiegel reflektirt durch eine Oeffnung von 1½ bis 2 Zoll auf den schwarzen Spiegel A, und der Würfel werde so befestiget, daß seine horizontalen Seiten ganz frey und unbedeckt sind, und von dem vollen Lichte in a b getroffen werden. Nun reflektirt der unter dem Würfel befindliche schwarze Spiegel B die ganze Figur des Würfels mit den lebhaftesten prismatischen Farben, auf einen weißen gegenüberstehenden Schirm; und zwar, wenn die Mittagsebene für die Einfallsebene genommen wird, erscheint in Osten und Westen die Figur mit dem schwarzen Kreuz, in der Mitte, und in Süden und Norden die Figur mit dem hellen Kreuz in der Mitte. Wird der Würfel gedrehet, während B unverändert bleibt, so verändert sich die farbige Figur gleichfalls. Entfernt man den Spiegel B gänzlich, und fängt das von A reflektirte und durch den Würfel gegangene Licht mit einem Schirm auf, so ist auf diesem keine Spur einer Figur zu entdecken.

Herr Seebeck schließt hieraus, daß die beyden Spiegel A und B und der Würfel oder der andere Glaskörper an der Bildung der Figuren gleichen Antheil haben; daß folglich die Bestimmungen zu jenen Figuren nicht im Strahl a b fertig liegen, sondern daß sie durch die äußern Bedingungen an demselben erst als Erscheinungen gesetzet werden. Die erste dieser Bedingungen setzt Seebeck in eine Beschattung und eine doppelte Beleuchtung. Indessen hat man nachher gefunden, daß die Erscheinung des farbigen Bildes beym Durchgange des Lichtes durch den Glaskörper keiner zweyten Abspiegelung bedarf. Wenn man nämlich nur den farbengebenden Glaskörper gegen den im Spiegel A reflektirten Strahl schief hält, so erscheinet das Farbenbild mit dem weißen Kreuz in der Mitte desto deutlicher, je schiefer der Winkel ist. Es scheint daher in dem Glaskörper eine vollendete Wirkung dieser merkwürdigen Erscheinung erfolget zu seyn. Eben so wenig ist auch bey der Reflexion im zweyten Spiegel B ein bestimmter

Digitized by Google

Winkel erforderlich; sondern je schiefer der Spiegel gegen das durch den Glaskörper durchgegangene Licht gehalten wird, desto deutlicher zeigt sich das Farbenbild.

Auch in natürlichen Krystallen erscheinen die Farbenbilder, wie im Glase, wenn nur die Flächen, aus welchen sie zusammengesetzet sind, parallel laufen, und ihre Axe senkrecht auf diesen Flächen steht.

Als eine der wesentlichsten Bedingungen der Farbenerscheinungen in Glaskörpern fand durch entscheidende Versuche Seebeck darin, daß, je schneller die glühenden Glaskörper abgekühlt werden, und daher in einem sehr spröden Zustande sich befinden, desto vollkommener die Farbenbilder erscheinen. Langsam vom glühenden Zustande in den ruhigen der vollendeten Krystallisation übergehende sind zur Farbenhervorbringung unwirksam. Man hat es daher in seiner Gewalt, im Glase Farben zu erregen und zu zerstören, nachdem man den Glaskörper im glühenden Zustande schnell oder langsam abkühlt. Uebrigens nannte Seebeck diese Farbenerscheinungen entoptische Farben.

Herr Brewster hat ebenfalls eine Reihe von Versuchen mit Krystallen und verschiedenen Flüssigkeiten angestellet, welche den Seebeck'schen ähnlich sind. Dabey bemerkte er zugleich, daß die allmählige und ungleiche Fortpflanzung der Wärme in den verschiedenen Materien, durch welche das polarisirte Licht gieng, auf die Farbenerscheinungen einen beträchtlichen Einfluß habe. Ferner fand Brewster, daß selbst thierische durchsichtige glasartige Massen die Eigenschaft besitzen, das polarisirte Licht in Farbenbilder zu zerlegen. Ja er sowohl als auch Herr Seebeck bemerkten, daß sogar ein starker Druck vom Glase oder andern durchsichtigen Materien gegen einander, welche sonst durch polarisirtes Licht kein Farbenbild zu Stande bringen, diese Eigenschaft ihnen ertheilet. Herr Biot bemerket, daß alle diese Erscheinungen nach den von ihm aufgestellten Gesetzen der beweglichen Polarisation erfolgen.

Digitized by Google

Herr Prof. Muncke *) führet auch einige merkwürdige Versuche über die farbigen Erscheinungen an, welche durch polarisirtes Licht in Würfeln und Cylindern aus gemeinem, theils sehr klarem theils etwas blasigem Glase zu Stande gebracht wurden, und bemerket dabey, daß Biot in seiner Physik dieselben keinesweges genügend erklärt, ja selbst nicht einmal in ihrem ganzen Umfange richtig aufgefaßt zu haben scheine. Es falle ein Strahl gegen den ersten Spiegel A, welcher mit der vertikalen Linie einen Winkel von 35° 25′ mache, werde von da in der lothrechten Richtung polarisirt, und treffe den andern mit A parallelen Spiegel B, von welchem er unter demselben Winkel ins Auge komme. Zwischen beyden Spiegeln befinde sich ein Glaswürfel von etwa 18 Linien Seite. Herr Muncke fand dann folgende Erscheinungen:

1. Das Farbenspiel der Würfel ist nach Verschiedenheit ihrer Dicke, Reinheit und unvollkommenen Krystallisation, sowohl in Hinsicht der Größe, als der Intensität der farbigen Bilder verschieden. Sehr gut gekühlte dicke Scheiben von 3 bis 4 Linien gaben ihm selbst bis zur Zahl 4 auf einander gelegt, keine farbigen Bilder.

2. Legt man den Würfel so, daß die eine seiner horizontal liegenden Kanten sich im Meridian befindet, und der lothrechte polarisirte Lichtstrahl von dieser Kante bis zur gegenüberstehenden mitten durch den Würfel fällt, so zeigen die beyden sichtbaren Flächen an allen vier Ecken undeutlich gefärbte, schwärzliche, ins Bräunlich spielende Flecken, welche unter günstigen Umständen prismatische Farben entwickeln, wobey die übrige Fläche weiß ist, oder ein weißes Kreuz bildet.

3. Dreht man den Würfel um den lothrechten Lichtstrahl um 45°, oder welches einerley ist, so, daß seine in 2. bezeichnete Kante mit dem Meridian einen Azimuthalwinkel von 45° macht, so rücken die genannten Flecken mit Verminderung der Farbenintensität allmählig

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. L. S. 203. ff.

Digitized by Google

bis in die Mitte zwischen die beyden Ecken, an den Seiten der sichtbaren Fläche weiter. Hiernach müßten die Enden des weißen Kreuzes in den Ecken der Flächen liegen; allein dies ist nicht genau der Fall.

4. Geht der lothrechte polarisirte Lichtstrahl von einer Ecke des Würfels durch sein Centrum und durch die andere Ecke, so sieht man drey Flächen, welche kleiner sind als in 3. und farbige Bilder von geringerer Intensität zeigen. Bey der einen Fläche liegen die farbigen Flecken in den vier Ecken (wonach das weiße Kreuz durch die die Mitte geht); bey der zweyten liegen sie etwas mehr nach der Mitte, bey der dritten völlig in der Mitte zwischen den Ecken, oder in der Mitte der Seiten. Daß durch eine Drehung des Würfels im Azimuth die Erscheinungen der Flächen wechseln, versteht sich von selbst. Vorzüglich muß man aber dahin sehen, daß die angegebene Lage genau ist, weil man sonst die Erscheinungen nicht auf allen Flächen mit gleicher Deutlichkeit wahrnimmt, oder gar eine Fläche kein Farbenspiel zeigt.

5. Fällt der polarisirte Lichtstrahl auf eine Seite des Würfels senkrecht, und so, daß der Meridian perpendikulär auf die Kante desselben gerichtet ist, so zeigen die vier Ecken der gesehenen Fläche farbige Flecken, bey welchen die Art und Intensität der Farbe verschieden ist. Im Allgemeinen erscheint die gelbe, ins Röthliche spielende Farbe in der Mitte, und die blaue ausnehmend vorherrschend. Das weiße Kreuz ist sehr regelmäßig und nimmt den nicht gefärbten Theil der Fläche ein.

6. Drehet man den Winkel im Azimuth um 45°, so weichen diese Flecken allmählig bis in die Mitte der Seiten, und verlieren hierbey sehr an Intensität. Mehr blasiges und etwas dickeres Glas gab allezeit die intensivsten Farben, jedoch mit unter auch bedeutende Anomalien.

7. Drehet man den untern Spiegel B bey unverändertem Würfel in den 2 bis 6 angeführten Versuchen, im Azimuth um den lothrechten polarisirten Lichtstrahl,

Digitized by Google

ohne den Einfallswinkel desselben zu verändern, so verschwinden die farbigen Flecken bey 45° fast gänzlich, zu welchen völlig, stellen sich dann bis 90° allmählig wieder her, und erreichen mit dem genannten Winkel ihre vorige Intensität wieder.

8. Hierbey gehen aber die Farben in die entgegengesetzten über, indem namentlich in 6. die blauen inwendig zu liegen kommen, und die gelben die größte Intensität erhalten. An die Stelle des weißen Kreuzes tritt aber ein schwarzes, oft sehr regelmäßig gestaltet, und von weiß begrenzt, oft unregelmäßig, wie namentlich bey 3. und so, daß beynahe die ganze Fläche, mit Ausnahme einiger dekiger weißer, ins Gelbe spielender Flecken, schwarz erscheint. Die Form und die Schwärze dieses Kreuzes gehört nach Muncke's Ueberzeugung, unter die interessantesten Phänomene der Lichtpolarisation.

9. Man erhält diese genannten Erscheinungen, wenn man zu dem Spiegel A ein unbelegtes Glas oder ein Glas nimmt, welches mit schwarzem, in Weingeist aufgelöstem Siegellak an der hintern Fläche überzogen ist. Mit einem soliirten Spiegel konnte Herr Muncke nichts weiter als eine Trübung im Würfel erhalten, und eben so mit einem an der hintern Seite matt geschliffenen Glase.

10. Ist der Spiegel B eine unbelegte oder schwarzbelegte Spiegelglastafel, so zeigen sich die genannten Erscheinungen sehr vollständig; eine matt geschliffene Spiegelscheibe liefert sie gleichfalls, jedoch undeutlich und von sehr geringer Intensität; eine soliirte leistes, außer einiger Trübung, gar nichts.

11. Hat der Spiegel B gegen den polarisirten Lichtstrahl eine solche Lage, daß dieser lothrecht auf die Spiegelfläche fällt, oder daß er mit ihr parallel läuft, so verschwinden die farbigen Bilder gänzlich.

12. Fängt man das in 5. beschriebene Bild mit einer Glasscheibe auf, so zeigt diese unter jenem Einfallswinkel dasselbe unverändert. Stellt man aber den Spie-

Digitized by Google

gel B mit seiner Fläche mehr horizontal, und fängt das erzeugte Bild auf, so erhält man in dieser dritten spiegelnden Fläche, welche C heißen kann, wenn dieselbe mit B einen Winkel von 45° ausmacht, das kompensirte Bild von 8. so vollständig, als dort. Bey 90°, und 180° verschwinden die Farben, wobey sich von selbst versteht, daß auch hierbey nur von Näherung und nicht von scharf gemessenen Winkeln, wie in 11. die Rede ist. Ueberhaupt sind diese Versuche sehr schwierig, weil man bey den gewöhnlichen Vorrichtungen zur Polarisirung des Lichtes den Spiegel C mit der Hand halten muß, wobey das reflektirte Licht leicht verschwindet. Herr Muncke fand nach Versuchen durch gewaltsame Schätzung folgendes.

13. Wenn das in 5. genannte Bild mit einem dritten polarisirenden Spiegel C aufgefangen wird, so hat man dasselbe durch Reflektion allezeit von der nämlichen Beschaffenheit. Legt man aber den Spiegel B so weit horizontal, daß er mit dem polarisirten Lichtstrahle einen doppelten Polarisirungswinkel, also von 70° 50' macht, und fängt das durch denselben reflektirte Bild mit einem dritten polarisirenden Spiegel C auf, dessen Ebene der Länge nach von der Mittagslinie durchschnitten, mit der Ebene des Spiegels B einen Winkel von 45° macht, so ist das von C reflektirte Bild das kompensirte von 8. in größter Schärfe und Reinheit. Drehet man aber die Ebene von C im Azimuthe so, daß dieselbe mit dem Meridian einen Winkel von 90° ausmacht, so kommt das ursprüngliche Bild in 5. wieder zum Vorschein.

14. Eine dem Wesen nach gleiche Erscheinung findet statt, wenn der Spiegel B anstatt mit A parallel zu seyn, um den lothrechten Lichtstrahl bis zu einem Winkel von 90° gedrehet wird, wobey es sich indeß von selbst versteht, daß hier die Bilder, in 8. und 5. wechseln. Bey der Drehung des Spiegels C im Azimuth verschwinden die Farben bey 45° fast gänzlich.

Digitized by Google

15. Ist der Spiegel B eine unbelegte Scheibe von recht reinem Spiegelglase, so reflektirt er das farbige Bild von seinen beyden Flächen, und es scheinen die hierdurch entstehenden beyden Bilder an Intensität völlig gleich zu seyn. Man kann auf diese Weise mit noch größerer Schärfe den Parallelismus beyder Flächen prüfen, als durch ein sonstiges reflektirtes Bild. Herr Muncke konnte diese doppelten Bilder nur bey dünnen Spiegelflächen unter 1 Linie Dicke wahrnehmen.

16. Ist der Spiegel B ein weißes klares und unbelegtes Spiegelglas, so läßt er, außer der Reflektion des Bildes, dasselbe auch durch, und zwar so, daß man in einem polarisirenden Spiegel D gleichfalls ein Bild, unmerklich schwächer, als das von B reflektirte erhält. Durch eine geringe Neigung beyder Spiegel gegen einander kann man das von D reflektirte, durch B hindurchgehende Bild, mit dem von B reflektirten zur Deckung bringen, und dadurch beyde besser vergleichen.

17. Giebt man dem Spiegel B eine solche Lage, daß der lothrechte polarisirte Lichtstrahl senkrecht in seine Ebene fällt, und fängt dann das durchgehende Bild mit dem gehörig geneigten Spiegel D auf, so giebt dieser, wie in 16. ein polarisirtes Bild. Uebrigens kann man die Bilder in 16. auch vervielfältigen.

18. Läßt man den Spiegel B in 16. unverrückt, drehet aber den Spiegel D um 90° im Azimuth, so ist das von ihm reflektirte Bild das compensirte, gleich als wenn es nicht vorher durch den Spiegel B gegangen wäre.

19. Alle die genannten Erscheinungen finden zu jeder Tageszeit statt, und bey jedem Winkel, welchen die Richtung der Polarisationsmaschine mit dem Meridian macht. Sie sind aber unvollkommener, und die erzeugten Farben schwächer, wenn die Sonne noch hinter einem Berge ist, und verschwinden immer mehr, je größer der Winkel ist, welchen die directen Sonnenstrahlen mit der vordern Ebene des Spiegels A bilden. Bey einer

Digitized by Google

gel B mit seiner Fläche mehr horizontal, und fängt das erzeugte Bild auf, so erhält man in dieser dritten spiegelnden Fläche, welche C heißen kann, wenn dieselbe mit B einen Winkel von 45° ausmacht, das kompensirte Bild von 8. so vollständig, als dort. Bey 90° und 180° verschwinden die Farben, wobey sich von selbst versteht, daß auch hierbey nur von Näherung und nicht von scharf gemessenen Winkeln, wie in 11. die Rede ist. Ueberhaupt sind diese Versuche sehr schwierig, weil man bey den gewöhnlichen Vorrichtungen zur Polarisirung des Lichtes den Spiegel C mit der Hand halten muß, wobey das reflektirte Licht leicht verschwindet. Herr Muncke fand nach Versuchen durch genaue Schätzung folgendes.

13. Wenn das in 5. genannte Bild mit einem dritten polarisirenden Spiegel C aufgefangen wird, so hat man dasselbe durch Reflektion allezeit von der nämlichen Beschaffenheit. Legt man aber den Spiegel B so weit horizontal, daß er mit dem polarisirten Lichtstrahle einen doppelten Polarisirungswinkel, also von 70° 50′ macht, und fängt das durch denselben reflektirte Bild mit einem dritten polarisirenden Spiegel C auf, dessen Ebene der Länge nach von der Mittagslinie durchschnitten, mit der Ebene des Spiegels B einen Winkel von 45° macht, so ist das von C reflektirte Bild das kompensirte von 8. in größter Schärfe und Reinheit. Drehet man aber die Ebene von C im Azimuthe so, daß dieselbe mit dem Meridian einen Winkel von 90° ausmacht, so kommt das ursprüngliche Bild in 5. wieder zum Vorscheln.

14. Eine dem Wesen nach gleiche Erscheinung findet statt, wenn der Spiegel B anstatt mit A parallel zu seyn, um den lothrechten Lichtstrahl bis zu einem Winkel von 90° gedrehet wird, wobey es sich indeß von selbst versteht, daß hier die Bilder, in 8. und 5. wechseln. Bey der Drehung des Spiegels C im Azimuth verschwinden die Farben bey 45° fast gänzlich.

Digitized by Google

15. Ist der Spiegel B eine unbelegte Scheibe von recht reinem Spiegelglase, so reflektirt er das farbige Bild von seinen beyden Flächen, und es scheinen die hierdurch entstehenden beyden Bilder an Intensität völlig gleich zu seyn. Man kann auf diese Weise mit noch größerer Schärfe den Parallelismus beyder Flächen prüfen, als durch ein sonstiges reflektirtes Bild. Herr Muncke konnte diese doppelten Bilder nur bey dünnen Spiegelflächen unter 1 Linie Dicke wahrnehmen.

16. Ist der Spiegel B ein weißes klares und unbelegtes Spiegelglas, so läßt er, außer der Reflektion des Bildes, dasselbe auch durch, und zwar so, daß man in einem polarisirenden Spiegel D gleichfalls ein Bild, unmerklich schwächer, als das von B reflektirte erhält. Durch eine geringe Neigung beyder Spiegel gegen einander kann man das von D reflektirte, durch B hindurchgehende Bild, mit dem von B reflektirten zur Deckung bringen, und dadurch beyde besser vergleichen.

17. Giebt man dem Spiegel B eine solche Lage, daß der lothrechte polarisirte Lichtstrahl senkrecht in seine Ebene fällt, und fängt dann das durchgehende Bild mit dem gehörig geneigten Spiegel D auf, so giebt dieser, wie in 16. ein polarisirtes Bild. Uebrigens kann man die Bilder in 16. auch vervielfältigen.

18. Läßt man den Spiegel B in 16. unverrückt, drehet aber den Spiegel D um 90° im Azimuth, so ist das von ihm reflektirte Bild das compensirte, gleich als wenn es nicht vorher durch den Spiegel B gegangen wäre.

19. Alle die genannten Erscheinungen finden zu jeder Tageszeit statt, und bey jedem Winkel, welchen die Richtung der Polarisationsmaschine mit dem Meridian macht. Sie sind aber unvollkommener, und die erzeugten Farben schwächer, wenn die Sonne noch hinter einem Berge ist, und verschwinden immer mehr, je größer der Winkel ist, welchen die directen Sonnenstrahlen mit der vordern Ebene des Spiegels A bilden. Bey einer

Digitized by Google

Richtung des Spiegels gegen die Sonne hat Herr Muncke keine polarisirten Bilder erhalten können. Dagegen macht die Höhe der Sonne am Himmel keinen bemerkbaren Unterschied.

20. Die Beschaffenheit des Himmels hindert die Polarisation des Lichtes nicht. Herr Muncke hat die farbigen Bilder bey ganz bedecktem Himmel und während seinem Regen, bey ganz klarem und völlig wolkenlosen Himmel sehr deutlich erhalten, obgleich allerdings die Farben bey klarem, mit wenigen weißlichen Wolken versehenen Himmel die größte Intensität haben.

So viele Modificationen bemerket endlich Herr Muncke, finden statt bey dieser einzigen Erscheinung der Lichtpolarisirung, und sie sind gewiß noch nicht alle. Schwerlich werden wir nach seiner Meynung, ohne die Annahme von Lichtkügelchen, welchen Pole und Aequator zukommen, und so zu sagen, ohne die Theorie der Accesse, aus diesem Labyrinthe einen Ausweg finden.

Herr Prof. Doebereiner *) hatte wahrgenommen, daß die entoptischen Farben in schnell abgekühlten Glasmassen, in Bernstein u. s. w. durch schnellen Temperaturwechsel dieser Körper verändert werden, und daß mehrere zu einem Würfel eingehäufte Platten von Spiegelglas, welches langsam gekühlt worden war, und in dem einfachen Spiegelapparate nicht die geringste entoptische Erscheinung gab, stets ein schwarzes Kreuz darstellten, wenn sie durch eine kaltmachende Mischung von salzsaurem Kalk und Schnee möglichst erkältet wurden, und man sie in diesem Zustande in ein geheiztes Zimmer brachte, und in jenem Apparate beobachtete. Das Kreuz erschien nie augenblicklich, sondern erst nach 20 bis 30 Sekunden, es verlor sich allmählig wieder, wenn durch die Wärme des Zimmers die Temperatur der Glasplatten allmählig stieg.

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. LVII. S. 53.

Herr Doebereiner fragt hierbey, ob diese Erscheinung nicht sehr analog dem elektrischen Verhalten des Turmalins, des Boracits u. s. w. bey Veränderung der Temperatur derselben?

Endlich bemerket er noch, daß Glaswürfel, welche die glänzendsten entoptischen Farben zeigen, auf folgende Art erhalten werden. Man lasse das cylindrische Stück eines Glasstöpsels durch Schleifen auf dem Schleifsteine in einen Würfel umformen, lege diesen auf ein Platinblech, und umgebe dasselbe allmählig überall mit glühenden Kohlen, die man anfache, bis der Würfel hellroth glühet. In diesem Zustande nehme man ihn aus dem Feuer und lasse ihn auf dem Platinblech in freyer Luft erkalten.

Herr J. W. Pfaff *) hat auch gefunden, daß unter die Krystalle, welche die Farbenbilder erzeugen, das Eis mit gehöret. Wenigstens sahe er auf eine ausgezeichnete Weise, als das vom heitern Himmel abstrahlende Licht durch die mit den blumigen Eiskrystallen belegten Fensterscheiben fiel, farbiges Spiel, wenn ein zweyter Spiegel zum Ab- oder Durchspiegeln des Bildes angewendet wurde. Die Farbenveränderungen zeigten sich wieder mit der verschiedenen Stellung des zweyten Spiegels nach den Weltgegenden und der Anlagerung der Krystallfiguration an sich.

Um mehrfache Farbenbilder durch Spiegelung und Anspiegelung in einer und derselben Glastafel zu erhalten, sind nach Herrn Pfaff die schiefsten Winkel nothwendig. Besonders entstehen sie von einem leuchtenden stark wirkenden Gegenstande. Man denke sich den Spiegel als eine runde Scheibe, der unendlich wenig gegen den Lichtstrahl sich neiget, so entstehet eine Reihe von 3, 4, 5 Bildern neben einander, die an Licht abnehmen, wohl auch ihre Farbe modificiren. Nun drehe man die

*) Das Licht und die Weltgegenden sammt einer Abhandlung über die Planeten-Conjunctionen. Bamberg, 1821. 8.

Digitized by Google

Spiegelschreibe um ihr Centrum, ohne ihre Neigung gegen den Strahl zu ändern, so werden sich die vielfachen Bilder im Spiegel bewegen; wenn der Spiegel sich um einen Halbkreis beweget, so werden sie, wenn sie alle vorher links von dem Ersten abgespiegelt standen, nun rechts stehen; in den Zwischenstellungen werden sie, aber nur wenig, ober- und unterhalb des Spiegelbildes zu stehen scheinen. Herr Pfaff fand es bey Spiegeln von verschiedenem Durchmesser so, je schiefer der Einfallswinkel, desto deutlicher.

Noch deutlicher ist aber der Versuch mit den vielfachen Bildern in der wiederholten Spiegelung wenn man zwey Spiegel auf einander legt. Jeder für sich giebt eine Reihe vielfacher Bilder, deren Stellung von den Weltgegenden abhängt. Legt man sie so auf einander, daß die Axen beyder nach den Weltgegenden gerichtet sind, auf gleiche Weise, so werden sie nur eine Reihe vielfacher Bilder geben; dreht man nun einen von den zwey Spiegeln, so wird sich jedes Bild zu verdoppeln scheinen, weil bey der Drehung die Reihe Bilder im gedachten Spiegel ihre Stellung ändert, also jedes der vielfachen Bilder gegen die vielfachen Bilder aus der Reihe des ersten unbewegten Spiegels, oder vielleicht, es werden die vielfachen Bilder des ersten Spiegels auf den zweyten nach seiner verschiedenen Stellung in den Weltgegenden wieder abgespiegelt auf verschiedene Weise.

Mit den Erscheinungen der Farbenbilder, welche durch polarisirtes Licht erzeuget werden, bringt Herr Pfaff die merkwürdigen Farbenringe, die sich besonders an Seifenblasen zeigen, in Verbindung. Pfaff hat dieselben in seiner stufenweisen Entwickelung vollständig zu beobachten gesuchet, und dies ist ohne Zweifel nöthig, um auf den wahren Grund ihrer Entstehung zurückzukommen. Um das Farbenspiel der Seifenblasen auf solche Art am einfachsten beobachten zu können, bringt Herr Pfaff eine Seifenauflösung in größere oder kleinere Flaschen etwa ⅓ des innern Raums; die Gestalt der

Digitized by Google

Flasche ist am besten schwach kegelförmig, nämlich vom Boden an gerechnet. Man verschließt die Flasche, schüttelt das darin befindliche Seifenwasser, so wird sich bald ein etwas concaves Blättchen, bald größer, bald kleiner, ausspannen, das nun bey seiner Verdünstung durch das helle Glas der Flasche leicht beobachtet werden kann. Die Flasche steht auf einem Gestell mit drey Stellschrauben, so daß man scharfe Horizontalität des Blättchens oder jede Neigung desselben gegen den Horizont hervorbringen kann. Diesen Apparat hält Herr Pfaff wegen seiner Einfachheit für den fundamental-Apparat in der Farbenlehre. Er ist einfacher als das Prisma; er hat mehr Farben als dasselbe; er hat einige ganz rein mit ihm gleich; er läßt sich, wenn die Flasche verschlossen, auf unbestimmte Zeit aufhalten; im Moment ist die Farbenerscheinung da; u. s. w.

1. Wenn sich eine Lamelle von einer Seifenblase durch Adhäsion an den Wänden des Gefäßes gebildet hat, so ist sie mehr oder weniger concav, d. h. die Tiefe nach dem Boden des Gefäßes gekehrt. Vermittelst des Fußgestelles muß man alsdann unterscheiden, ob sie mit ihrem adhärirenden Ringe horizontal gestellet sey, oder ob sie eine mehr oder weniger große Neigung gegen den Horizont besitze. Zuerst zeiget sich auf der farbenlosen wassergrauen Fläche eine eigenthümliche wellenförmige Bewegung unregelmäßiger Theile; alsdenn erscheinen an den höchsten Stellen farbige Kreisbogen. Besonders strömen an der Peripherie des Blättchens farbige Ströme herauf, aus dem Mittelpunkt der Concavität entwickeln sich eigenthümliche Figuren, welche sich erheben und in kreisförmige Linien enden; sie sind verschiedenfarbig, und trennen sich in Zweige oder spalten sich ganz. Je geistiger die Mischung, desto schneller und beweglicher sind diese Erscheinungen, und dauern zum Theil während des ganzen Verlaufs des Blättchens fort. Die farbigen Kreise sind anfangs an der höchsten Stelle enge zusammen gedrängt; die Krümmung der Kreisbogen, oder

Digitized by Google

mehr ihre größere oder geringere Annäherung zum Kreise in seinem Umfange hängt einzig von der Concavität des Blättchens und von seiner Neigung gegen den Horizont ab; der Mittelpunkt der Concavität ist immer der tiefste Mittelpunkt aller Kreise, welche aber nicht immer vollkommene Kreise, sondern Kreisbogen seyn können, deren Radius den großen Radius des Blättchens unendlich weit übertreffen kann. Ja der Radius dieser Kreisbogen kann wirklich unendlich seyn; dann erscheinen dieselben als parallele Streifen geradlinigt, der kreisförmige Farbengürtel wird ein farbiges Band mit parallelen geraden Grenzlinien. Die Kreise erscheinen nun bey der fortschreitenden Entwickelung vielfältiger, und breiten sich immer weiter aus; sie scheinen wie über die Fläche fortzuschreiten, man sieht die Bewegung, die anfangs schnell ist; die einzelnen Farben dehnen sich aus, und es beginnt nun allgemein die Reihe von Erscheinungen, welche die Entwickelung und das Ende begleiten, die aber wieder verschieden sind nach der Lage des Blättchens, und nach dem Wechsel seiner Lage. Sonst ist zu bemerken, daß das Gesetz der concentrischen Kreise oder Gürtel ein allgemeines ist, ganz unabhängig von der Gestalt des Gefäßes. Ein converes Blättchen, das gewölbartig auf dem Horizont aufsteht, hat in seiner Entstehung ähnliche Gesetze; vom Horizont hinauf steigen auf die erhabene Fläche die farbigen cometenartigen Gestalten, nachdem die spiralförmige Bewegung vorher auf der wassergrauen Fläche entstanden; mit mehr oder weniger Schnelle sammlen sich die vorher regellos umher sich setzenden Gestalten in concentrische Gürtel, deren Mittelpunkt nun oben der höchste Punkt ist.

2. Die Entwickelung, oder die allmählige Zerstörung eines Blättchens, in irgend einem Zustande der Ausspannung und der Neigung gegen den Horizont, scheint sich nach Herrn Pfaff überhaupt in drey Formen zu äußern; die sich wohl auf den mechanischen Zustand nicht allein, sondern auf das Princip der Verdünstung, auf

Digitized by Google

Temperatur-Aenderung, auf Cohäsions-Zustand, und auf die Rolle, welche das frey werdende Wasser spielt, beziehen mögen.

Was die erste Form betrifft, so ist diese wohl entschieden, und im allgemeinen die Normalform. Es beginnt nämlich ein allgemeines Zurückziehen, ein Hinstreben nach dem Centrum aller farbigen Gürtel, welche sich immer weiter von der Peripherie des Gefäßes entfernen; nun erscheinet rings herum ein Weiß, welches gleichsam der Rand der farbigen Insel ist; auch dieser löset sich von den Wänden des Gefäßes, und die schöne Farbeninsel schwimmt nun mit ihrem silberweißen Rande auf einer dunkeln Fläche, gleichsam ihrem Träger. Die äußern Gürtel breiten sich bey ihrem Rückschritte gegen das Centrum aus, die innern ziehen sich zusammen, verschwinden, allmählig ist nur ein Gürtel übrig, endlich nur eine letzte weiße herrliche Scheibe; auch diese verschwindet, und das absolut Farbenlose, auf welchem sich das Ganze Farbenspiel zurückgezogen, welches aus drey Gürteln bestand, in welchen man Roth, nach außen zu Gelb, nach innen Blau unterschied, ist entweder ganz unabhängig, oder mit nachbarlichen Gürteln vermischt; die Gürtel gegen das Centrum sind wegen inniger Vermischung nur als rothe und grüne sichtbar. Die Dauer des Phänomens kann von wenigen Minuten bis auf mehrere Tage sich erstrecken.

Die zweyte Form ist nach Herrn Pfaff, kurz ausgesprochen die entgegengesetzte der ersten; die Bedingungen, unter welchen sie erscheinet, sind schwer zu bestimmen. Nachdem die concentrischen Gürtel sich alle gebildet haben, so fängt an dem äußersten weißen Rande der Insel auf dem schwarzen Grunde eine (bisweilen sichtbare) Bewegung an, von außen verschwinden die farbigen Gürtel; es ist, als wenn sie sich in einzelne Elemente auflöseten, und über die andern niedern Gürtel wegstürzten; am Ende bleibt meist das Centrum der

Digitized by Google

Insel ein wassergrauer Tropfen, umgeben mit einem farbigen Rande. Die letztern Gürtel entwickeln sich dann auf ihre Weise wieder weiter, meist farblos verdünnend; bisweilen fängt ein neues Farbenspiel wieder an.

Die dritte Form scheint durchaus die Bedingung vorauszusetzen, daß auf einem concaven Blättchen im tiefsten Punkte seiner Concavität ein Tropfen freien Wassers sich sammlet, der die Spannung der entferntern Punkte modificirt, oder durch verstärkte Aphäsien wirkt. Nämlich nur einige der äußern Gürtel entstehen um einen ausgebreitetern farblosen Wasserkern; sie contrahiren sich auf eine auffallende Weise so sehr, daß das Auge die Mitten des ersten und zweyten Ringes, von Roth ursprünglich gebildet, nur noch als unendlich feine dunkle Linie gewahr wird, zwischen welcher eine feine höchst deutliche weiße sich etwas ausbreitet. Bisweilen erscheinet der äußerste Rand wie aus einem breiten weißen doppelten Saume bestehend, der durch eine feine dunkele Linie getrübt ist. Nachdem diese Entwickelung am äußern Rande vorgegangen, haben sich inzwischen aus dem farbenlosen Innern die niedern Gürtel entwickelt. So schreitet das Ganze dem Centrum zu; die äußern Gürtel verengern sich so, daß sie oft nur als ein unendlich feiner Rand um das Innere erscheinet, der die weitere Entwicklung begleitet. Die gänzliche Zerstörung ist dann wie bey der zweyten Form.

3. Besonders merkwürdig ist noch die dunkele farbenlose Fläche, auf welcher das ganze Farbenspiel sich beweget, welche alle jene angeführten Elementar-Veränderungen gleichsam träget, und zu unterhalten scheinet. Nach Herrn Pfaff ist diese Fläche als Grundlage das rein Mechanische. Ihre Cohäsion ist außerordentlich, indem oft große Wassertropfen in ihrem Centrum hangen. Sie ist farbenlos, schwach reflektirend, schwarz, grau; es ist kein Uebergang von dem letzten weißen, hellen, scharfen Rand der Farbengürtel. Aber darum ist die

Digitized by Google

innere Constitution dieser dunkeln Fläche doch verschieden, namentlich von der Reinheit der Auflösung, von ihrer Sättigung, von Mischungen fremdartiger Stoffe. Ihre verdunstende Kraft muß außerordentlich geringer geachtet werden, als die der farbigen Stoffe. Halbe Wochen lang hat Herr Pfaff diese dunkele, fast unsichtbare, Fläche unverändert gesehen, nachdem vorher alles übrige verschwunden. Die Farbeninsel kommt bisweilen in Bewegung; oder es ziehen weißliche Wolken umher, es sammlen sich einzelne glänzende Scheibchen; perlenartig an einander gereihete elementar-kreisrunde Flächen u. s. w.

4. Allen bisher erzählten Erscheinungen scheint ein eigenthümliches Naturgesetz untergelegt zu seyn. Herr Pfaff hat mehrere Male auf die schwarze Fläche, nachdem all das leichte Farbenspiel verschwunden war, durch Zusatz eines kaum merkbaren Theils vom Flüssigen alle die vorigen Erscheinungen wieder hervorgebracht mit einigen wenigen unbedeutenden Ausnahmen.

5. Diesen Erscheinungen zu Folge sind nach Herrn Pfaff die allgemeinen Gesetze derselben folgende:

Die Erscheinung der Farbengürtel auf dem höchst feinen Blättchen ist eine Erscheinung des Verdünstens von einer dunkeln Fläche hinweg.

Die Bildung der farbigen Gürtel kann jedem abgesonderten kleinsten Element des ätherisch wässerigen Wassertropfens, der sich über die dunkele Fläche ausbreitet, zukommen.

Die Menge der sichtbaren Farbengürtel ist unbestimmt.

Für die Dimensionen der einzelnen Gürtel, für ihr Verhältniß zu einander, läßt sich kein allgemeines Gesetz angeben, weder im Entstehen noch im Entwickeln.

Die Anlagerung geschiehet immer in Kreisen oder Kreisbogen, was auch das Gefäß für eine Gestalt besitzt, an dessen Wänden durch Aohärenz das ausgespannte Blättchen sich hält.

Digitized by Google

Einfluß der Concavität, der Neigung des Blättchens gegen den Horizont, auf die Verhältnisse der Farbengürtel ist wesentlich.

Ein sich neigendes Blättchen mit ebener Fläche, ohne alle Concavität, würde seine Gürtel in geraden Linien bilden, d. h. als Bogen, deren Radius unendlich groß ist.

Der Anfang der Farbenentwickelung ist das Graue der Wässerigkeit, das Ende der verdünstenden ein klares Weiß.

Die Dauer des Phänomens ist unbestimmt, steht aber in Beziehung auf Temperatur, und die innere Beweglichkeit des Verdünstenden.

Der Verlauf des Ganzen in seinen Entwickelungen erleidet verschiedene Modificationen; wie auch selbst die einzelnen Farben beym weitern Auseinanderrücken der Gürtel einige Abstufungen durchgehen.

Während der Entwickelung wird Wasser frey, das bey hoher Fläche sich im Centrum sammlet, aber wiederum auf die dunkele Fläche sich verbreiten läßt, und ein neues System farbiger Gürtel wieder zu Stande bringt. Dieses Gesetz der Wiederherstellbarkeit zeigt sich auch darin, daß man nach vollendeter Verdünstung neue Wassertropfen auf die dunkele Fläche als Grundlage ausbreiten kann.

Eine chemische Veränderung wird nicht bey allen fortgesetzten Versuchen in der wässerig-ätherischen Flüssigkeit eingeleitet.

6. Aus diesem beschränkten Phänomen treten nach Herrn Pfaff zwey Hauptgesetze hervor, nämlich das Gesetz der concentrischen Farbenanlagerung, und das Gesetz der Verdünstung von einer aus der Flüssigkeit frey sich abscheidenden Fläche. Er glaubet behaupten zu können, daß Wasser, wenn es von irgend einer Fläche verdunstet, dabey farbenlos bleibe, da im Gegentheil Terebintenöhl von der Wasserfläche verdunstend unbedingt das schönste Farbenspiel darstelle.

7. Uebrigens leitet ein jedes Blättchen einer Seifenblase eine Doppelspiegelung ein, und zwar unter jeden

Digitized by Google

Winkel. Seine Farben selbst werden durch die Richtung des zweyten Spiegels in ihrem Wesen nicht geändert, sie verschwinden allmählig nach dem Gesetze des Minimums der zweyten Abspiegelung.

Herr Pfaff hielt noch folgende drey Fragen zu untersuchen für wichtig, die erste über das System der concentrischen Ringe, wie weit es sich nach dem Centrum ausbreite, die zweyte über die Wechselwirkung der zwey Flächen einer Seifenblase, die als ein doppelspiegelndes System angesehen werden kann, von zwey spiegelnden Flächen, und die dritte, was wohl entscheidender seyn könne, über den Uebergang dieser Fläche in den starren Zustand mit sammt ihren concentrischen Farbengürteln.

Was die erste Frage betrifft, so glaubt Herr Pfaff aus sorgfältigen Versuchen schließen zu dürfen, daß die Reihe der concentrischen Ringe ins Unbestimmte gedacht werden könne. Wenn man nämlich auf ein größeres, wenig concaves, Blättchen der verdünstenden Auflösung, das matte Licht der Flamme einer Wachskerze fallen läßt, so erscheinen mit einer außerordentlichen Schärfe, mit der größten Deutlichkeit, vom Centrum aus concentrische Kreise, abwechselnd hell und dunkel, farblos in verschiedenen Breiten, von der höchsten Zusammendrängung, und dann auch der breiten Ausdehnung; sie folgen der Bewegung des Centrums.

In Ansehung der zweyten Frage nehme man eine große gläserne Flasche, die oben mit einem Kork verschlossen ist, durch welchen eine gläserne Röhre geht; diese steht auf dem Teller einer Luftpumpe, um eine Blase aus der ätherischen wässerigen Auflösung zu bilden, welche in die Glasröhre gebracht ist, vermittelst des äußern Luftdrucks. Die gläserne Flasche ist von innen und von außen mit einem schwarzen Pigment überzogen, nur an zwey entgegengesetzten Stellen kann das Tageslicht auf die Blase geworfen und von da ins Auge gebracht werden. Sobald nun die Blase ausgedehnt ist, zeigen sich die farbigen Gürtel auf dem Punkte anfan-

Digitized by Google

gend, wo sie aufgehängt ist! Aber auf der dem Auge entgegengesetzten Seite der Blase, gerade, wenn es dem einfallenden Lichte gegenüber stehet, erscheinen, schief durch das Centrum der Dunstkugel, zwey entgegengesetzte horizontale Reihen von farbigen Gürteln, in ganz anderer Entwickelung begriffen, als die concentrischen Ringe der verdünstenden sphärischen Fläche. Aus dieser Erscheinung folgert Herr Pfaff, daß sie sich ohne Zweifel auf Doppelspiegelung unmittelbar beziehe.

Um die dritte Frage gehörig zu beantworten, setzte er die ausgebreitete Fläche einer starken Kälte aus, und beobachtete den Verlauf. Nur drey Ansichten ergaben sich ihm: die erste war die Art und Form der Krystallisation von den Rändern des Glases aus, und die schnellere oder langsamere Verbreitung. Das zweyte war die Frage, ob die Krystallisation auf der unkrystallisirten dunkeln Fläche vorgeht, und ob der Krystall zum Flüssigen wieder hergestellet werden kann; letzteres hatten seine Versuche unbedingt entschieden, und bestätigte daher die Möglichkeit des andern. Drittens war immer der Erfolg der Krystallisation ein durchaus farbloser Krystall, der seine Farben allmählig verliert, später aber als das erste Beginnen der Krystallisation sich zeigt. Es sieht aus, wie wenn aus dem Krystall die Farbe wegdünstete.

Daß die Farben der Seifenblasen mit den Farbenbildern, die durch Abspiegelung oder Durchspiegelung des polarisirten Lichtes erzeuget werden, eine auffallende Aehnlichkeit und Uebereinstimmung haben, ist von Herrn Pfaff auf folgende Art beobachtet worden. Er stellte eine sehr feine Fläche der Seifenauflösung so her, daß die Entwickelung der farbigen Gürtel langsam von statten gieng. Hier sahe er deutlich, daß das Bild der Fläche mit den concentrischen Farbenringen sich von der ätherischen Flüssigkeit, über welcher sie in der Flasche sich ausspannt, mit den entgegengesetzten Farben sich abspiegelt; ja dasselbe entgegengesetzte Bild spiegelt selbst von einer geneigten farbigen Fläche, die sich unter-

Digitized by Google

halb der erstern befindet, zurück; in beyden Fällen wird das Tageslicht als von oben einfallend angenommen.

Erster Gürtel. Das erste Roth, zwischen Kolombin und Kirschroth; umgeben mit Honiggelb, das sich ins Weiße allmählig durch lichteres Braun verliehrt, und gegen das Centrum zu mit Blau von der größten Reinheit, das sich von der dunkelsten Tiefe rein ins Weiße herabwärts ausbreitet und verliert.

Der Gegensatz dieser drey Farben nach andern Weltgegenden, oder als abklingend im Auge, oder in der Abstrahlung und Durchstrahlung ist folgender:

Ein Grün mit viel Gelb ist mit einem Blau, das etwas Roth hat, und sich in das Graue nach außen verlieret, nach außen umgeben, nach innen mit einem brennenden, vom Braunen umgehend, hochgelblich Scharlachroth.

Zweyter Gürtel. Ein sich dem reinen Karmesinroth näherndes Roth, seine Intensität ist von größerer Helligkeit, als das des ersten Gürtels, es ist hinauswärts umgeben mit dem absolut reinen Citronen- oder Goldgelb, von der zartesten Klarheit und Durchsichtigkeit; nach innen zu mit Blau, das an den Grenzen des Rothen dunkel, aber wie mit Grau gemischt, erscheint, überhaupt nicht die Klarheit hat, wie das Blau des ersten Gürtels, ob man gleich keine besondere Mischung in ihm entdecken kann.

Der Gegensatz dieses Gürtels ist:

Dem reinsten Gelb entspricht ein Veilchenblau, doch mit ziemlich viel Roth, es folgt ein Grün mit viel Gelb, aber klar; dies verliert sich ins Gelbrothe, aber ein sehr lichtes und verwaschenes.

Vom dritten Gürtel an mischen sich allmählig die Farben; das Gelbe ist durch Mischung mit vorhergehendem Gürtel zu einem sehr hellen Zeisiggrün, das sich herabwärts immer von Grünem mehr entfernt; ihm folgt ein fahles pfirsich blutroth, das Blau jenseits ist verschwunden.

Der Gegensatz ist die Mischung von Roth und Blau, dem Zeisiggrün entsprechend, das durch ein mildes Grasgrün mit grosser Verdünnung begleitet ist. Jetzt fängt blos eine Aufeinanderfolge von Grün und Roth an, dem immer im Gegensatz ein Roth und Grün entspricht; aber es zeigen sich doch einige Schattirungen an einzelnen Stellen der Gürtel.

Diese drey ersten Gürtel enthalten gewissermassen die Fundamentalfarben mit ihren Gegensätzen. Das herrliche Blau mit dem Gegensatz des Scharlachs im ersten Gürtel; das reinste Goldgelb mit dem Veilchenblau; das herrliche Smaragdgrün mit seinem Gegensatz Carmin, das sich an Roth des ersten Gürtels anschliesst.

Es finden sich nun dieselben Ordnungen in Seebeck's Glaswürfel, in den Krystallisationen, in dem flüssigen Aetherischen, in verdünstender Kampferauflösung u. s. w. Uebrigens ist die Begrenzung der Farben schwer zu bestimmen, und die Uebergänge sind wirklich unbegreiflich an den meisten Gürteln, ausgenommen, wo sie sich in das Weisse, beyde entgegengesetzt, verlieren.

Von diesen Farbengürteln ist noch zu merken, daß sich die Abspiegelung mit der Durchspiegelung zu verbinden scheinet. Die Farbe der Gürtel ist nicht fest an der Stelle, an eine gewisse Entfernung von Centrum gebunden, oder unveränderlich für jede Abspiegelung. Der Winkel der Abspiegelung entscheidet über die Natur der Farbe, ausgenommen das letzte scharfe Weiß, der letzte Rand der verglimmenden Farbeninsel, dieses ist bey jedem Winkel unveränderlich; alle übrige Farben nehmen an Klarheit, an Reinheit zu, je schiefer die Zurückstrahlung oder die Durchstrahlung ist, oder gehen in die nächst höhere Farbe über, ja wohl erheben sie sich um mehrere Stufen.

Herr Pfaff sagt, die farbigen Gürtel sind zum Theil rein prismatisch, zum Theil aber eigenthümlich, und ist der Meynung, daß alle bisher angeführten Erscheinungen nach Newton's Farbentheorie gar nicht er-

Digitized by Google

klären werden könnten. Er sucht sogar diese Theorie gänzlich zu zerstören und der Theorie des Herrn v. Goethe zu huldigen. Seine angeführten Gründe hier beyzubringen, würde zu weitläuftig seyn. Ich begnüge mich, nur einige wenige Bemerkungen dabey zu machen. Ob es gleich gar keinem Zweifel unterworfen ist, daß mehrere Erscheinungen, welche unter den so sehr verschiedenen angeführten Umständen bey der Entstehung von Farben sich zeigen, der von Newton aufgeführten Farbentheorie nicht anpassend zu seyn scheinen, so ist aber dies meines Erachtens noch kein Grund, dieselbe als grundlos zu verwerfen. Diese Theorie gründet sich auf Thatsachen, welche schwerlich von einem gründlichern Physiker als blos ideal hingestellte Hypothesen betrachtet werden können. Newton war gewiß ein Mann, der nichts behauptete, was nur auf seichten Gründen beruhete. Passen daher auch nicht augenblicklich alle Phänomene, welche Farben zeigen, in diese Theorie, so lassen sich noch viele mehrere Gründe gedenken, wodurch das Licht, welches durch die so äußerst mannichfaltigen durchsichtigen Körper entweder hindurchgehet, oder von selbigen abgespiegelt wird, in selbigen durch Anziehung oder Abstoßung unendlich viele Modificationen erleiden muß, wodurch alle diese farbigen Erscheinungen mit Beybehaltung der Newtonschen Theorie erfolgen müssen. Ein sorgfältiges Beobachten über alle Umstände, welche bey solchen Erscheinungen zugegen sind, wird den Schlüssel zu diesen Geheimnissen der Natur liefern; nur muß man frey und unbefangen, durchaus von gar keiner Hypothese im Voraus eingenommen, an das Werk gehen. Ueberdem weiste ich auch, daß selbst nach der neuern angenommenen chemischen Lehre, welcher besonders die französischen Physiker und Chemiker, und nach diesen auch andere gehuldiget haben, die Gestalt der Lichttheilchen, die man als Kügelchen mit wirksamen Polen betrachtet, zur Erklärung dieser merkwürdigen Phänomene viel beytragen werde. Wenigstens mir

Digitized by Google

scheint es, daß den den Materien inhärirenden Kräften die alleinigen Gründe der angeführten Erscheinungen, als Wirkungen derselben, zugeschrieben werden müssen.

Ich führe noch eine Hypothese über die Entstehung des prismatischen Farbenbildes an, welche mit der Erzeugung der Farben in einem dünnen durchsichtigen Blättchen und mit den polarisirten Farben in einer Verbindung zu stehen scheint, obgleich die Polarisation des Lichtes mehrere Jahre später ist entdecket worden. Diese Hypothese rührt vom Herrn Prechtl her *). Dieser behauptet nämlich eine Identität des Licht- und Wärmestoffs. Hiernach trennt sich ein Strahlenbüschel durch das Prisma in verschiedene farbige Strahlen dadurch, daß die Stärke der strahlenden Kraft des Wärmestoffs in Lichtform bey dem Durchgange durch das Prisma in den verschiedenen Theilen stufenweise vermindert wird; so daß also die farbigen Strahlen durch die verschiedene Verminderung der strahlenden Kraft verschiedener Theile des in Bewegung gesetzten Wärmestoffs hervorgebracht werden. Unter den prismatischen Strahlen hat daher einer die größte, und ein anderer die kleinste Bewegung unter den übrigen. Nun erwärmt aber das Licht nur in sofern, als dessen strahlende Kraft durch die Grundlage elidirt wird, und es ist deutlich, daß, wenn bey verschiedenen Strahlen verschiedene Geschwindigkeiten der Bewegung vorhanden sind, die strahlende Kraft derer von gleichen Grundlagen am schnellsten elidirt werden kann, welche die geringste Bewegung haben: Strahlen, welche die geringste Bewegung haben, müssen folglich die Körper, auf welche sie fallen, am meisten und schnellsten erwärmen. Zur Ausmittelung dieser Bedingung dient der bekannte optische Erfahrungssatz: daß die brechbarsten Strahlen zur Zurückwerfung am geneigtesten sind, und umgekehrt diejenigen, die sich am wenigsten brechen, die geringste Tendenz zur Reflexion besitzen. Da nun offenbar unter den farbigen Strahlen sich die

*) Gilbert's Annalen der Physik. B. XX. S. 323. ff.

Digitized by Google

am leichtesten müssen zurückwerfen lassen, welche die geschwindeste Bewegung haben, so haben diejenigen Strahlen die geringste Bewegung, welche am wenigsten brechbar sind, und umgekehrt. Da nun der Erfahrung gemäß die Brechbarkeit von den rothen bis zu den violetten Strahlen zunimmt, so ist die Bewegung der rothen Strahlen die geringste, die Bewegung der violetten die größte, und unter den prismatischen Strahlen müssen daher die rothen am meisten, die übrigen nach dem Grade ihrer Brechbarkeit weniger, die violetten am wenigsten erwärmen. Man sieht, wie aus dieser Hypothese a priori hervorgehen kann, was Rochon, Herschel und andere durch Versuche gefunden haben.

Da also die rothen Strahlen unter allen die geringste Bewegung haben; die Verminderung einer Bewegung überhaupt aber nicht bis zu einer bestimmten Grenze statt finden kann, sondern ins Unendliche abnehmen muß; so müssen nach der einen Seite der rothen Strahlen noch mehrere Strahlen in Abstufungen vorhanden seyn, wovon die nächsten noch eine geringere Bewegung als die rothen selbst haben, die aber als Strahlen für das Auge gar nicht mehr sichtbar, obgleich ihrer noch langsamern Bewegung wegen noch mehr erwärmend, als die rothen selbst, sind. Diejenigen Strahlen, welche um den violetten liegen, und eine geringere Bewegung als dieser haben, sind nicht, wie jene, unsichtbar, sondern sie sind die an die violetten zunächst angrenzenden blauen Strahlen. Auf der entgegengesetzten Grenze der violetten sind gar keine vorhanden, da sie sonst farbig erscheinen müßten. Daher mußte in W. Herschel's Versuchen in einer kleinen Entfernung von den rothen Strahlen das Thermometer höher steigen, als selbst in den rothen, und stufenweise mit der Entfernung fallen, an der einen Grenze der violetten hingegen gar keine Wirkung erfolgen.

Daher erklären sich nach Herrn Prechtl wieder mancherley Erscheinungen z. B. die des Glühens, äußerst

Digitized by Google

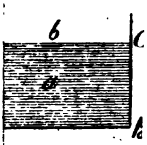
consequent und einfach. Wird nämlich einem Körper durch äußere Erhitzung Wärmestoff zugeführet, so steigt die Elasticität des demselben mitgetheilten Wärmestoffs in dem Grade der äußern Temperatur; der Wärmestoff dringt in unsichtbaren Strahlen aus dem Körper, bis endlich die Bewegung des ausdringenden Wärmestoffs so groß wird, als zu einem sichtbaren Strahle von der geringsten Bewegung erforderlich ist. Daher ist die Farbe des Körpers, da er zu glühen anfängt, roth, und wird immer heller, je mehr seine Hitze zunimmt, wenn gleich nur selten in den Abstufungen der Farben, da von der Glühehitze an die Temperatur der Körper sich schneller erhöhet, oder die Bewegung des ausströmenden Wärmestoffs schneller zunimmt, als nach den geringen Abstufungen bey den farbigen Strahlen.

Die Summe der Erwärmung der prismatischen Strahlen auf einer bestimmten Fläche muß natürlich geringer seyn, als die Erwärmung des weißen Strahls auf derselben Fläche; denn da es weder vollkommen durchsichtige noch vollkommen reflektirende Körper giebt, so wird beym Einfallen des Strahlenbüschels in das Prisma sowohl ein kleiner Theil des Strahles reflektirt, als auch ein Theil beym Durchgange durch das Glas von demselben absorbirt.

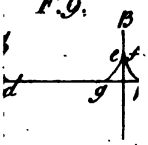
M. s. Gilbert's Annalen der Physik. B. XXXIX. S. 206. ff. B. XLVII. 212. ff. B. LI. S. 246. ff. B. LVI. 296. ff. B. LVII. S. 203. ff. Schweigger's neues Journal der Chemie und Physik B. VII. S. 285. ff. B. XII. S. 1. ff. B. XVII. S. 148. ff. Traité de physique experiment. etc. p. *Biot*. To. IV. *Moyeri* comment. de apparentiis coloribus a polaritate luminis pendentibus in Comment. Societ. Reg. Goett. ad ann. 1814–1815. Annales de chemie et de physique Tom. III. 1816. p. 386. sqq.

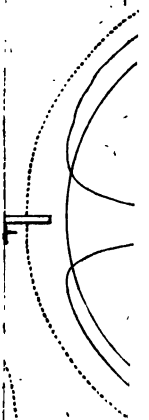
Digitized by Google

F. 2.

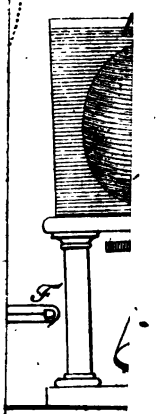


F. 9.





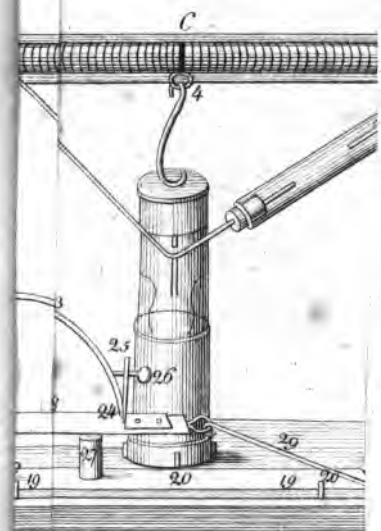
F. 1.



Digitized by Google

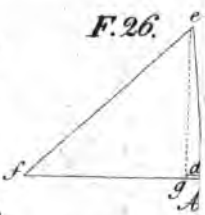
Digitized by Google

F. 20.

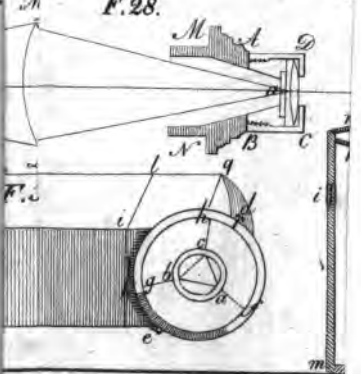


F. 25.

F. 26.



F. 28.



Digitized by Google

Digitized by Google